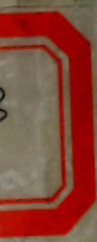
中國科學院黑龍江流域綜合考察隊編輯

黑龙江流域綜合考察学术报告

第一集

（内部刊物·注意保存）



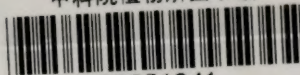
中国科学院黑龙江流域綜合考察队編輯

黑龙江流域綜合考察学术报告

第一集

（內部刊物・注意保存）

1958



黑龙江流域綜合考察学术报告

第 一 集

編輯者　中国科学院黑龙江流域綜合考察队

出版者　中国科学院黑龙江流域綜合考察队

印刷者　冶 金 工 業 出 版 社 印 刷 厂

發行者　科　学　出　版　社

1958年2月第 一 版　　開本：787×1092 1/16

1958年2月第一次印刷　　（京）0001—151

定价：3.40元

黑龙江流域綜合考察学术报告

（第一集）

目　录

編 者 說 明

1. 本集包括学术报告2篇，系1957年3月中苏科学界双方黑龙江流域綜合考察队在莫斯科举行联合学术会議时所宣讀的报告的一部分。

2. 該次会議所宣讀的学术报告尙有一部分有待翻譯、审校，拟連同1957年6、7月間中苏科学界双方共同組成的黑龙江綜合考察队綜合組在苏联远东和我国东北各地所作学术报告一併輯为第二集出版。

3. 本集尙有一部分附圖因淸繪不及，亦將补刊于第二集。

4. 本集系內部刊物，請注意保存。

5. 讀者如有意見，請寄：北京文津街中国科学院綜合考察委員会轉黑龙江流域綜合考察队。

中苏共同綜合研究和利用黑龙江流域天然資源的任务

B. C. 湼姆奇諾夫院士

1956年开始的苏联科学院和中国科学院对黑龙江流域天然資源的綜合研究是国际科学合作的新榜样。这种关系是建立在中苏兩国人民平等、創造性的合作、互助和互利的基础上，將来对黑龙江流域天然資源的利用也应該建立在这种基础上。

黑龙江流域共同科学研究的主要任务，是为了發展苏联黑龙江地区国民經济的第七、第八和以后的几个五年計划和中国黑龙江地区的第三、第四和以后的几个五年計划，研究計划包含有具有很大国民經济意义的广泛科学問題。

为了將来远景計划的共同研究的結果，应該确定这个流域可能共同利用自然資源的目标。

以下几个目标可以作为預定草案：

（一）黑龙江流域向水災共同斗爭的办法；

（二）共同利用在黑龙江上、中游，甚至在額尔古納河、烏苏里江上的水电站；

（三）共同利用三海（黃海、日本海、鄂霍次克海）联接的水上交通和組織黑龙江及其支流的共同河运；

（四）共同利用在国界地区的煤鉄矿資源；

（五）組合共同利用的中国东北区和苏联远东区統一的动力網；

（六）中苏兩国对外貿易貨物交換的一致的混合的鉄路和水上运輸。

其中，每一个目标在共同科学研究的基础上，都应写成具有科学根据的技术經济札記和报告，以便有可能在將来做为中苏兩国协定的材料。

黑龙江經常重复性的水災給苏联远东区和中国东北区的国民經济帶来很大的損失。按經常重复的年代由于水災的損失，仅苏联远东区达到四、五亿盧布。

这个区域的工業建筑和生熟荒地的开垦，將来由于水災的減少是会大大地增加。

最有效的向水災斗爭的方法，是建立專門能容納洪水的水庫来調节流量。

必須在黑龙江上流札林达（Джалинда）地区，在澤雅河上的澤雅（Зея）地区，在謝列姆札（Селемджа）河的达格瑪拉村（Дагмара）附近，在布列亞河的烏苏明（Ушумин）区建筑水庫。

在黑龙江上流，中流可以建筑四、五个拥有差不多五百万千瓦出力的水电站。

只有在烏苏里江的主要支流伊曼河、比金河（Бикин）、荷拉河（Хора）和在烏

苏里江的源流烏拉河和大烏畢河上，建筑水壩才能調济烏苏里江的流量。

首先应同时在烏苏里江流域建筑鲁日科夫斯基（Лужковский）水庫和建立拥有八万千瓦發电力的水电站。

中国方面已經在丰滿水电站地区建立大型水庫来調节松花江的水流。

为了向水災斗爭还必須要在松花江流域进行一系列包括水电站的工程建筑。

在黑龙江上游苏霍金和海蘭泡的峡谷中，以及澤雅河上的斯沃博德耐城（Свободный），可以建筑同时利用的拥有一百卅万千瓦發电力的水电站，在小兴安嶺峡谷区可建拥有一百到一百八十万千瓦發电力的發电站。

这些水电站都將佈置在最接近苏联黑龙江区已被开垦的地区和中国东北最大的工業中心。

按平等原則中苏每方面可以从这些电站得到一百至一百五十万千瓦的电力，供給自己的需要。

在共同工作計划上应当制定和这相关的技术經济札記和报告，以便确定建筑的經济效能，可能的电力成本和必須的基本建設投資。

中苏兩国可以通航的国界河流（黑龙江、額尔古納河、烏苏里江）总長达三千多公里，此外在中国东北区可以通航的河流总長二千多公里。在苏联境內的澤雅河、謝列姆札河、布列亞河、石勒喀河（Шилка）、以及黑龙江下游，可以通航的达2,600公里。这些河每年都有五、六个月的时間可以通航。

在鉄路綫和河运干綫交錯和接近地帶，为了联运可以建立一些轉运站。在苏联境內其中一个最重要的轉运站，是以鉄路綫和五树孟站（Сковородино）相联的扎林达。已經在研究的第一阶段得出了建立黑龙江和太平洋沿海（鄂霍次克海、黄海、日本海）联絡的可能性。

为了从韃靼海峡將海船通到黑龙江，可以建筑帶有水閘的通航运河（在共青团城下300公里），順着瑪林斯克（Маринский）支流，經过大、小基茲（Кизи）湖，到德-卡斯特里（Де-Кастри）海灣的大波（Табо）海港。这个水上交通的联系，可以將現在用海船从海参崴和那霍特卡（Находка）港的貨物，經过拉別魯閘海灣（Лаперуза）运到苏联亞洲部份的东北区去。

在黑龙江下游（靠近包格洛得斯基村——с.Богородский）建筑水壩时，为了使鮭魚（大麻哈魚）能到上游去产卵，一定要照顧到能通过魚群的建筑物。

应該很愼密的研究黑龙江經过烏苏里江、兴凱湖、列夫河（Лефу）、綏芬河和沿海区的第二个联結和綏芬河在黑龙江海灣的出口。

但这个联結只有当在烏苏里江、兴凱湖附近中苏地区进行灌溉措施时，才比較經济有效。

第三个联結是中国工程师們所建議的松花江、辽河、辽东灣。这个水上联結可以

保証將貨物从黑龙江运到北京地区，然后經中国运河运到中国南部。

調节黑龙江的逕流，可以保証在航行期間水庫下游一定的水位，加上建筑运河的配合，可以使貨物不間断的运到黑龙江流域或运出日本海、黃海、鄂霍次克海。

为了改善河运必須制定建筑河运港的方案，甚至于制定江海联运船隻的模型（河海船）。

最近几年的共同研究，应指出黑龙江流域改建水运各項措施經济上的合理程度。

这些研究的結果应修訂成技术經济报告表，1957年苏联已經由水利設計局（Гидропроект）和全苏海上設計局（Союзморопроект）制定关于黑龙江韃靼海灣的結合，和黑龙江彼得大帝海灣出口的大概的技术經济札記。

共同利用国界区域的雄厚的鉄、煤資源是經济合理的。

在苏联方面离黑龙江岸不远在石灰石車站（ст.Известковый）区有一部分小兴安嶺鉄矿，总矿砂蓄藏量达十万万吨（1млрд）。其中在兴安（Химкан）有四万万六千万吨。这个区有錳矿，蓄藏量达到一千万吨，还有白云石、石灰石和石墨产地。

在中国方面离兴安鉄矿不远有很雄厚的小兴安嶺煤矿（五十万万吨）、有錳矿（十四万万吨）和其他。

布列亞煤〔产地烏尔加尔（Ургальское）〕由于含灰量大，选矿困难，造成焦炭成本高，加上冶金質量低，直到現在阻碍了兴安鉄矿石的运用。

应該研究在互利的基础上，共同利用兴安鉄矿砂、伯力（Хабаровский）边区錳产地和黑龙江省焦炭的問題。

苏联方面在額尔古納河岸（靠近涅尔琴斯克扎沃德——Нерчинско-Заводского）有很大的白樺树（березовые）鉄矿产地，已經确定含矿量是三万万吨。这里还有很少研究过的鉄脊（железо-кряж）和亞可夫斯克（Яковское）等产地。

但这个区域缺乏动力資源，附近缺乏焦炭阻碍了这些鉄矿的利用〔离最近的仇尔曼（Чульман）区域的南雅庫特（ю.Якутин）焦炭产地有1,500公里，需要建筑800公里的新鉄路〕。

在中国东北內蒙古地区离滿洲里和海拉尔不远，有扎賚諾尔（Цжалайнор）煤矿，含量卅九万万吨。从互相帮助的观点上看，应該研究共同利用苏联額尔古納的鉄矿石和中国扎賚諾尔煤的可能性和条件問題（同时拟定技术經济报告）。

黑龙江流域是富于燃料和动能資源的，在黑龙江和額尔古納河的国界綫河段上，可以运用的水能資源有五百至六百五十万千瓦，其中黑龙江佔有四百五十至六百万千瓦。在苏联領土黑龙江的支流可以供給九百万千瓦。中国領土上——二百五十万千瓦的發电力。

黑龙江流域煤的平衡蓄藏量在苏联方面若有八十万万吨（地質的蓄藏量几百万万吨），在中国方面有二百多万万吨（地質的蓄藏量几百万万吨）。

在近10—15年远景發展中所必需的电站的發电能力，在苏联領土上是五百万千瓩，其中二百五十万千瓩是由火电站供給。中国領土上——七百万千瓩，其中五百万千瓩是由火电站供給。

这些电站在苏联方面將要联成远东的統一动力網，在中国方面將联結成东北区的統一的动力網。

由于很大一部分动力是由黑龙江共同利用的水电站供給，就产生了考虑兩个动力網組合工作的經济合理性的必要。

在准备相适应的技术經济报告过程中，应該研究建筑水电站和火电站的次序和在黑龙江，額尔古納河和烏苏里江上建立共同利用的水电站次序。在苏联方面苏联科学院动力研究所可以参加相适应的技术經济材料准备工作，中国方面可以运用已經有的中国东北几个动力網的經驗，將来可以把它們联成中国东北統一的动力網。

在制定統一的动力網中鉄路电气化有很大的意义。

苏联第六个五年計划中确定了从莫斯科到伊尔庫次克（Иркутск）段鉄路的电气化，在以后的几个五年計划中到海参威的鉄路都要电气化，这需要五十五到六十万千瓩的电力。

当然也产生中国东北区鉄路局部电气化的必要性，例如滿洲里-海拉尔-哈尔濱-海参崴干綫。

在共同利用水能資源的基础上發展动力經济，無疑，苏联远东、中国东北在大工業建設和开垦生熟荒地的基础上保証生产力的快速發展，可能开垦的資源預計在苏联領土上將近二百万公頃。在中国領土上有一千多万公頃。

黑龙江流域工农業的建設，將显著的增加中苏兩国对外貿易鉄路和水路的貨物运輸。

对外貿易項目苏联方面有木材、鹽、鉄矿砂、錳、机器、鋼材、甚至于未来工業中心中的工業品；中国方面的有焦煤、粮食和农产品，工業品和其他。

共同研究中苏兩国領土上的矿物原料資源，將会很大地增加兩个友好国家对外貿易的發展前途。

在近10年至15年中，在外貝加尔和苏联远东地区应有更进一步的發展，並將要产生以下的工業中心：額尔古納河区-石勒喀（Шилкин），黑龙江上游和澤雅地区，阿尔达諾-仇尔曼（Алдано-Чульман），黑龙江中游地区，小兴安嶺区，伯力边区，共青团城区，黑龙江附近地区。

中国东北同样的成立新的中心地，像齐齐哈尔、撫順、哈尔濱、吉林、長春、鞍山、雞西、沈陽和其他的工業中心將得到更进一步的發展。

黑龙江考察队的独立研究（各队在自己的領土上），应該保証为了制定这些工業樞紐和整个国民經济远景發展的必需材料，这些研究应該修訂成与發展国民經济、确

定工業綜合內部和工業綜合之間，各个工業樞紐的專業化和合作化相适应的假設。

在赤塔（Читин）州的額尔古納和石勒喀河区將形成額尔古納-石勒喀采矿和稀有金屬基地。

这个区域的專門化將要采用达尔宋（Тарсун）的鉬，舍尔洛伏哥尔斯克（Шерловогорск）的鉛和鋅矿，乍未金（Завитин）的鋰、鈹、鈮和黑龙江区的鉄矿砂。

在这个区域可以建立黑色冶金工厂（大概在涅尔琴斯克 Нерчинск 区），甚至于有色和稀有金屬的冶煉，將来都有大大發展的可能。

黑龙江和澤雅河上游地区逐漸接近，將来要出現黑龙江上游和澤雅河工業樞紐，黑龙江上游和澤雅河的动力資源，澤雅的煤产区，加尔斯克（Гарьск）的鉄矿是这个工業樞紐的基础。

从扎林达—澤雅（225公里），扎林达—斯沃博德耐（375公里）；斯沃博德耐—澤雅（250公里）的三角地帶有很大的可以供給4—5个水电站的总發电能力的潛在水能資源（約五百万千瓩，等于兩个古比雪夫水电站）。这里有很少探查过的澤雅煤产地（得泊 Депп、杜尔布津——Толбузино 等地）。

在这个区的电能資源上，將来可以發展專門的合金業和其他用电量很大的生产，甚至于造紙工業，在这个区內进行电高爐生鉄的生产也是很經济有效的。

很雄厚的加尔斯克（Гарьск）鉄砂（平衡蓄藏量一万万三千万吨），額尔古納河区白樺树（березовый）的鉄砂和鉄脊（железн. кряж）的鉄砂將来可以沿着額尔古納河运到下游供給电冶金業的需要。

發展未来黑龙江上游，澤雅河区域的工業中心，在生产緊密的联系上將来应發展在黑龙江北500公里的阿尔达諾-仇而曼（Алдано-Чульман）工業中心，这兩个区將来应組成統一的全苏性的阿尔达諾-黑龙江煤鉄基地。

仇而曼（Чульман）和南雅庫特（Якутин）的阿尔达諾区的天然資源是这个区的專業基础，这个地方，不久以前發現了很大的南亞枯井煤矿，藏煤远景不少于四百万万吨，已經肯定的有十二万万五千万吨，这些煤的主要部份都可以煉焦。

离煉焦煤产地不远有阿尔达諾的鉄矿床〔大冶士諾也（Таежное），西瓦格里（Сивагли）〕已确定的含矿量三万万吨，地質含矿量約七万万多吨，在这个地区有硼的蓄藏，云母产地，加压結晶体和金子。

仇而曼的冶金工厂將要采用仇而曼的煉焦煤，这里的煉焦煤甚至將要运到赤塔州和黑龙江-澤雅河区。

將来扎林达要变成一个鉄路和水上联合运輸的巨型轉运站。

在海蘭泡城（Благовещенск）、斯沃博德耐城（Свободный）、萊齐兴（Райчихин）、黑龙江中游地区采煤工業將得到更进一步的發展。那里將要出现石油提煉厂，以及利用萊齐兴便宜煤的化学加工生产。

小兴安嶺工業樞紐將在兴安鉄錳产地和小兴安嶺富饒的鎂、白云石、磁鉄矿的基础上产生，这个区的动力基础是布列亚河水电站和黑龙江小兴安嶺水电站，以及布列亚煤的火电站。

在伯力（Хабаровск）区將要發展机器制造業，金屬加工業，石油加工業，造船業，鋸木工業，塑膠生产和其他电容量的生产，魚类加工工業在这区域也將得到發展。

黑龙江下游地区將繼續發展共青团城（Комсомольск）的工業樞紐，它的預定專業化是黑色冶金，造船業，造紙和魚業。

將更多地加强共青团城和庫頁島的生产联系，可以从庫頁島將煉焦煤运到共青团城，在这个生产联系上一定要估計实现庫頁島和大陆联接的各种方案（在聶非尔——Невель海峡建筑隧道，壩堤，桥和專門的为了列車的运船）。

沿海区（Приморье）將成为全苏性的巨型有色金屬中心和正在發展着的产煤、动力工業和魚業的中心，雄厚的西赫德-阿利那（Сихотэ-Алиня）（产地九九兴Тетюхин）的稀有金屬矿，是沿海地区稀有金屬工業的基础。

对上面所說过的每一个工業綜合，在得到相适应的大概技术經济論証以后，应該在綜合利用自然資源的基础上来研究其生产力發展的远景。

在苏联远东、外貝加尔地区可以吸收赤塔州、阿穆尔州和沿海边区、伯力边区的計划机关参加这一工作。

因此相适应的科学研究，將成为苏联計划机关关于發展經济区域和工業中心远景計划工作的一部分。

在野外考察研究过程中，应該制定矿物原料資源可能所在地的地圖，同时应該綜合和修改黑龙江流域苏联地区的地質的总量。

为了查明开拓生熟荒地的前途和条件，野外考察的研究也应該保証对苏联远东南部土地和植物的資源的彙报和估价。

黑龙江流域苏联地区天然資源研究的結果，应修訂成黑龙江流域报告書：

（1）矿物原料資源；

（2）燃料資源；

（3）水能資源；

（4）农業資源。

在和設計机关共同进行对黑龙江天然資源考察研究的結果上，应該給予国民經济主要部門的發展以技术經济論証，和預定的中苏兩国在黑龙江流域地区生产力發展的远景。

在中苏兩国科学院共同的工作和創造性的和設計机关的合作和經常的交换有关的科学性情报下，可以相信中苏兩国政府給予兩个考察队的任务將在1960年胜利地完成。

蘇联科学院生产力研究委員会
黑龙江綜合考察队
1956年度考察工作的基本結論

考察隊隊長 C. B. 克洛勃夫博士

1956年夏天苏联科学院生产力研究委員会黑龙江綜合考察队会同中国科学院黑龙江綜合考察队，对黑龙江流域进行广泛的动能、交通运輸、地質和自然条件等方面的研究，这項研究工作，是根据1956年8月18日中苏兩国簽訂的共同研究黑龙江流域資源协定进行的。

黑龙江流域的研究工作包括与苏联远东、貝加尔地区以及中国东北發展国民經济有关的一些問題。

其中主要的問題如下:

（一）防洪：水災对黑龙江流域地区的居民和当地的国民經济造成很大的損失，並且妨碍了經济的正常發展。

（二）利用黑龙江干流和大支流的水能資源以及本地的燃料資源可以建立一个促使黑龙江流域国民經济發展的强大而且可靠的动力基地。

（三）改善黑龙江流域內的航运条件，繞过黑龙江河口段航运困难地帶，建立黑龙江和韃靼海峽，日本海，黄海相連接的航路。

（四）应用丰富的資源（鉄矿，稀有金屬，有色金屬，化学原料和森林木材）来發展中苏边境黑龙江沿岸的工業，建立一个利用电能並有强大冶金工業为基地的新的联合企業中心。

（五）通过現有的垦熟土地的土壤改良，开垦新荒地，扩大牲畜数目，發展漁業等途徑，在黑龙江流域建立一个富裕的自給自足的基地。

中苏兩国綜合考察队在1956年，曾根据上述各方案开始了研究和考察。

在黑龙江綜合考察队的工作中，曾有苏联科学院生产力研究委員会所屬的水能資源組，农業区分組，煤矿和冶金基地組，苏联科学院的地理研究所，土壤研究所，植物研究所，动力研究所以及苏联科学院的远东分院和东西伯利亞分院等單位參加。

中苏綜合考察队的野外工作分成八个联合考察小組，这些联合考察小組包括中苏双方的黑龙江考察队的科学工作人員，他們曾在中苏边境上和黑龙江流域內进行共同研究考察。联合考察小組中，大約有100个苏联科学研究和技术人員，和50多个中国科学研究和技术人員參加工作。

这工作是在两个兄弟般国家的科学家們緊密合作下进行的，他們互相交流經驗，互相提供有利的帮助。

野外工作是从鉄路車站奥德堡起至兴凱湖，長达三千多公里的沿黑龙江中苏边境上进行的。野外工作完成后，12个中国專家来到莫斯科，共同进行資料整理和編写考察总結报告。

水能組的任务是对額尔古納河（从中国的海拉尔城至該河河口一段）进行考察，用技术經济观点考虑額尔古納河水能利用的梯級方案，找出水电站壩址及水庫地形的有利地点，提出的方案包括三个水电站，总容量为52万千瓩，其中戈尔布諾夫卡（Горбуновская）水电站为5万千瓩，烏罗夫河口（устье Уров）水电站为12万千瓩和穆奇康（Мучиканская）水电站为35万千瓩。电能成本为每千瓩时（度）值2.5—3.5戈比。水电站的第一期修建目标应当是戈尔布諾夫卡水电站，它可以調节多年的逕流供給工業和企業用水，並且減少額尔古納河的洪水。

关于水能方面在黑龙江（从河源到伯力），也曾进行过勘察，並且对1955年黑龙江考察队所选定的一些壩址地区进行了补充的研究。

在黑龙江上游区內和中国学者們取得原則上同意的一些水电站地点和調节水庫壩址，是可以作为將来勘察設計之用的。在1956年秋季，中苏联合黑龙江上游的水能設計組，已經进行了进一步的勘測。这个組的第一步工作已在扎林达水电站（Джалиндинская ГЭС），以及另一个方案阿瑪查尔电站（Амазарский вариант）地区进行鑽探和測量工作。这水电站的容量約有100万千瓩。除此以外在黑龙江上游据考察决定的，还有庫兹湼佐夫水电站（Кузнецовская ГЭС），苏霍金水电站（Сухотинская ГЭС）和海蘭泡水电站。在中游区有兴安水电站等壩址。

在中苏边境綫上，黑龙江第一期修建目标可以是海蘭泡水电站，这对中苏兩岸具有特别重要的意义。这个水电站的水头为70米，容量为130万千瓩。以此代替苏霍金水电站。由于海蘭泡水电站的建立而抬高的水位，可以达到庫兹湼佐夫水电站。海蘭泡水电站的壩址，在海蘭泡和黑河上游18公里处，离东北的大工業中心齐齐哈尔和哈尔濱市約400—500公里。根据这个方案，海蘭泡水电站可以进行多年的逕流的調节，同时关于防洪方面，有扎林达調节水庫負担，关于进一步地肯定建立水头为70米高的海蘭泡水电站的壩址和水庫还需要作細致的地質和測量工作。

兴安（太平溝）水电站同样对發展中苏黑龙江沿岸的国民經济有很大的意义，但是因为这水庫的容积有限，所以它只能在支流澤雅河和黑龙江上游已进行逕流調节时，才能談到它的建立。兴安水电站的水头，总共只有20—30米。因为水位抬高，將会淹沒大量的已开墾土地，水电站的容量为100—150万千瓩。兴安水电站的最大抬高水头可达54米，这时的容量將有300万千瓩。兴安水电站的地址約离哈尔濱为400公里，离伯力为300公里。

在中苏界河黑龙江上建立起来的水电站可能發出的电总容量約为450—600万千瓦，这些电力的成本平均为1.5戈比/度。

中苏兩国的水能工作者們相互了解了在中苏兩国境內的烏苏里江流域內的水利措施，並且共同对穆稜河和綏芬河进行了察勘。他們共同闡明了一些对烏苏里江水利应用方面和解决其他一些問題的原則。

在那里將来有水稻田需水和在烏苏里江支流以及綏芬河上建設水电站的可能性，所以对烏苏里江上游和兴凱湖上水量平衡上的超支的可能性將是个重要的問題。

共同的經济研究工作是在兩个方面进行的：一方面是确定由水災而造成的損失和在額尔古納河及石勒喀河上修建水庫由淹沒引起的損失，另一方面是闡明黑龙江流域电能需要的發展远景。

水利經济研究結果表明，在額尔古納河和石勒喀河上修建水电站的費用是非常小的。对被采用的梯級方案来說，水庫淹沒損失在戈尔布諾夫卡和烏洛夫河口兩电站只佔水力樞紐总投資的10%，而在穆奇康电站仅为1.5%。

額尔古納河河谷区，因为区內居民很少，所以由水災造成的損失一般說来是不大的，就以1956年为例，洪水停留的时期比往年長，災情重，它的損失据估計为1150万盧布，損失的主要部份是一些草料場的淹沒，动能經济研究的目的是闡明將来黑龙江各水电站發电后的可能的用电情況，因为沒有这些資料修建电站將是盲目的，沒有根据的。

这部工作是在苏联領土上进行的。並从中国方面得到了一些关于中国东北动能發展远景的資料。

为了交換被采用的研究方法，使中国的动能經济工作者了解到初步的研究成果，以及帮助編制黑龙江流域中国部份动能經济研究計划，謝列斯特同志曾到中国去过。

在黑龙江流域苏联部分的电能需要（到1970年），大概可估計为4—5百万千瓦的裝机容量，而在中国方面为6—6.5百万千瓦。这說明在苏联境內要比現在已有的电站容量增加9倍在中国境內要比現在已有电站所發出容量增加4倍才能滿足它的要求。

这些电能需要量的很大部分（达50%），必須由黑龙江流域各河流的水能利用来滿足。水电站的修建还可以消除水災和改善黑龙江上的航运条件。

水能工作者和动能經济工作者的工作結果，已可能提出黑龙江沿岸动能發展的一般概況，並且也可能大概地指出一些水电站和火电站發电量数字、它們的合理分佈和火力电站的燃料来源等情況。关于發展黑龙江沿岸动能問題除了利用水能外，利用浩洛諾尔、拉契兴、比金等地的煤作为燃料，也將有很大的意义。

在黑龙江上游，中游，額尔古納河沿岸，嫩江河谷区和小兴安嶺等地的自然地理研究工作，已經进行过，这工作的目的，就是繪制將要修建水利工程的地区的地

貌圖和自然地理的区域划分圖，並研究这些地区河谷的地貌特性。尤其重要的是找出額尔古納河和黑龙江上的調节水庫的壩址地点。根据地貌条件看来，在黑龙江上游河谷部份的各壩址是值得憂慮的，因为平行于河段存在着充滿冲积層的古代河谷，可能在此由水庫中發生滲透。这样的古河谷在澤雅河河口的西南和黑龙江右岸也有發現，这样的情况下，在小兴安嶺区要建立一个高壩也要注意的。

关于在額尔古納河上游进行逕流調节的問題，地貌工作者們建議在海拉尔市上游的海拉尔河和伊敏河兩处进行調节，因为这样能够免除沿呼倫貝尔平原区遭到水淹的害处。

交通运輸的研究工作在于研究黑龙江和它流域內的河流：如松花江、烏苏里江、松阿察河、穆稜河、綏芬河，以及那些与它們相連接起来的交通綫路的交通运輸的重要性。它闡明了水运和河港作業的現狀，黑龙江流域水运和其他的运輸量，以及它們發展的远景。关于黑龙江的野外研究考察工作是在海蘭泡到伯力的河段上进行的。

关于通过烏苏里江、兴凱湖和綏芬河，而使黑龙江同日本海水路連接的可能地区的研究表明，仅为交通运輸的需要而实現这个措施，在經济上是不合理的。因为与此相平行着的有鉄路綫。所以只有在交通运輸，水能和改良土壤各方面綜合利用水道的情况下，才有必要进行修建。

地質方面的共同研究，其目的是得出額尔古納河地区（大兴安嶺）和黑龙江流域中部（小兴安嶺）的一般地質特性，闡明这些地区矿产的分佈条件，同样也对拟定水工建筑的地区的地質特点作出初步的評价。

沿額尔古納河的工作是在哈烏里河、得尔布里、根河及額尔古納河右岸地区进行的。这些地区地質方面有的以前根本沒有研究过。这次研究的任务是研究本地区地質構造的一般概念和闡明它的成矿特性。由地質構造看来，中国方面的額尔古納河地区地質構造与东貝加尔地区十分相近。它同样是具有寬濶的矿化發展的特征。在此显露出將来能够找到鉄、鉛、鋅、銅、鉬、鎢、硃砂、螢石及其他等矿产。最主要的是这里大概將有合金矿。

在小兴安嶺东部地区和張广才嶺及老爷嶺北部进行了路綫地質調查。其目的是对沉积变質岩的地質岩石研究，确定地質特性及闡明矿产的分佈規律。这个工作結果，可以初步地拟定可能找到鉄矿、錳矿、磁鉄矿、白云石、石墨、稀有和分散元素、金矿、錫、鉛、鋅、鉬、砷、鎳、銅、鋁土矿、磷塊岩、煤等矿产的远景。

在額尔古納河、黑龙江上中游、綏芬河流域和穆稜河流域內的工程地質研究是和水能研究同时进行的，重点地对一些壩址和水庫工程条件提出初步的評价。这工作的目的是选擇对水工建筑物有利的地点，指出一些不合格的壩址基础。

由中苏二国專家組成的綜合自然考察小組的工作主要是研究黑龙江流域的一些自然条件，这个小組里有土壤学家、植物学家、牧草学家、地理学家、森林学家、地貌

学家和其他方面的一些專家。这个工作小組在中苏境內的黑龙江沿岸、額尔古納河沿岸和沿海区作了重点的勘察。工作的主要重点是研究那些新的企業中心和在黑龙江上、中游区內的水电站和水庫的位置的安排問題。現在土地的一般問題已經闡明，对它的开發前途已作了估計，並且肯定了一些作为进一步詳細研究的方向。

除此以外在地理和土壤化学規律方面也作了初步的研究，也作过土壤的分类，重点的研究了植物，作了牧草資源的估价，指定可能發展畜牧事業的地区。最后还指出：在进行建設中不能淹沒像阿尔哈拉，澤雅-布列亚河平原，阿尔巴齐諾和黑河的一些农業耕作区，初步的肯定能开垦的荒地在苏联境內的黑龙江流域有200万公頃，在中国境內有1000万公頃。

除了联合的黑龙江考察队以外，1956年在苏联黑龙江流域內还做了一些單独考察工作。这些工作中有繪制野外土壤圖、土壤和土壤改良研究、森林牧草植物研究和地貌方面的研究，在这同时还研究了在过分潮湿地区如澤雅-布列亚地帶农業实行机械化的問題，在烏苏里江流域的地質、岩石研究，在兴安嶺和布列亚的含煤層地帶还进行了古生物和其他方面的研究，在实地研究黑龙江的同时，对水能問題，水能調节和逕流調节的問題上作了室內研究工作。

1956年联合考察队的工作时間虽然很短，但是它提供了我們广泛地熟悉这区內的自然条件、資源蘊藏和經济特点的可能性。它使我們广泛地交換意見，积累資料为今后工作提供有利的基础。在这基础上于1957年黑龙江的联合考察队，將作进一步的工作。

1956年中苏联合考察队的工作对黑龙江方面的問題提出了以下几点結論：

1. 以1956年8月18日的协定为基础制訂了綜合研究黑龙江問題的总的双方同意的計划（綱領）。

2. 闡明了和商定了有关兩国交界的黑龙江、額尔古納河和烏苏里江逕流的調节和綜合利用原則問題。

3. 初步的确定了关于在黑龙江上第一期建設水电站、火电站的一些經济指标、位置和規模並且还大概地作出电力消費的远景。

4. 闡明了在大兴安嶺和小兴安嶺地区的可能存在的金屬矿藏和非金屬矿藏問題。为了証明有可能發現各式各样矿藏对中国境內的額尔古納河沿岸地質構造与外貝加尔湖东部地区的地質構造进行了比較。

5. 估計了在黑龙江上中游地帶的土地总額，作出了發展农業估价。

在这次的联合研究工作中促成了中苏兩国工作人員中的紧密友誼的接触，这也是非常重要的收获。这种友誼接触是發展中苏兩国边境的黑龙江流域的国民經济共同合作的可靠保証。

（袁子恭等譯）

中国东北地区的气候特征和气候区域

中國科學院副院長　竺可楨

中国科学院地球物理研究所研究員　張寶堃

一.地理环境

东北地区乃是中国最东和最北的一部分，它的范圍北面和东面都到达国界，北面以額尔古納河、黑龙江与苏联接界，东面和东南面以烏苏里江、兴凱湖和圖們江、鴨綠江跟苏联和朝鮮相連，南面临黃海和渤海，西面到达大兴安嶺的西坡，包括呼倫貝尔跟蒙古高原相接。以緯度論在北緯38°40′至53°30′之間，以經度論在东經115°40′至135°20′之間，成一不整齐的四边形，总面积为880,000方公里，相等于法国的二倍不足。

东北地区的四面，大部分环繞着山地和丘陵，中部是一片寬广低平的松辽平原，大兴安嶺从东北伸向西南，分佈在大平原的西北面。伊勒呼里山和小兴安嶺从西北东南伸延，分佈在大平原的东北面，它們互相連接如同一个弓形，鑲在松辽平原的外面，总称为兴安山地。兴安山地的高度大部分在海拔1,000米以下，仅在大兴安嶺有山峰在1,000—1,600米之間。

从小兴安嶺过松花江，就接着長白山地。長白山地是很多山脈的总称，包括在吉林、黑龙江二省东部的張广才嶺，完达山和長白山。長白山的高度大致和兴安山地相近，但它的形式比較峥嵘（最高点白头山达2,744米）。長白山地再往南，就和辽东半島上的千山山脈相連。千山高度大部都在400米以下，成为辽东丘陵。辽宁省的西南部也是一片海拔400米的丘陵地，地貌形式大致和辽东丘陵相近。西南部辽河上游原屬热河省，现归內蒙古自治区，除北部是1,000米毗联蒙古的高原外，余均为1,000米以下的丘陵地。

松辽平原从小兴安嶺脚下向西南伸直到渤海沿岸，面积約有35万方公里左右，是我国最大的平原之一，它的高度大部在海拔200米以下。

二.气候的特征

（一）　高度的大陆性

中国东北地区位于世界面积最大的大陆东端，虽接近太平洋，但除沿海狭小区域而外，大陆性極强，这表现在冬严寒而夏酷热这一点上，如和同緯度的其他地方相比較就可很清楚的看出来。

地 点	緯度	年平均溫度	1 月	7 月	夏冬較差
沈 陽	41°48′	7.2°C	−12.8°C	24.7°C	37.5°C
罗 馬	41°53′	15.9°	7.1°	25.3°	18.2°
哈尔濱	45°45′	3.1°	−20.2	23.2°	43.4°
威尼斯	45°26′	12.5°	2.8°	23.9°	21.1°
海拉尔	49°14′	−2.5°	−28.3°	21.0°	49.3°
巴 黎	48°49′	10.6°	4.9°	19.0°	14.9°

自上表看沈陽冬夏的月平均溫度較差数目要比同緯度的罗馬大二倍。而海拉尔的較差比之同緯度的巴黎要大到三倍多。若以緯度除年溫較差作为大陆度算，則海拉尔的大陆度为1，而巴黎的大陆度为0.3。

东北地区因在冬季接近东部西伯利亚的寒極，即灰尔荷揚斯克区域，冬天又盛行北風，所以冬季的严寒尤为特色。在近来40年中最低溫度免渡河（海拔705米）曾到过−50.1°C，海拉尔−49.3°C，哈尔濱−41.6°C，沈陽−32.9°C。历年平均1月份最低溫度海拉尔、滿州里亦达−30°C以下，哈尔濱−26°C，沈陽−18°C。由于冬季里严寒，东北的北部土壤可以冻結很深，沈陽可至1.20米，哈尔濱2.20米，北安3.00米，海拉尔3.40米，这对于农業、建筑和交通均有很大影响。

一年中全区东北溫度的差異冬夏迥異，夏季南北相差不大，在7月大連平均溫度为23.4°C，海拉尔为21°C。沿海一帶等溫綫作南北向，近海則凉，內陆燠热。如7月間虎林、密山离海較哈尔濱为近，7月平均溫度計較哈尔濱低2—3°C，其差别反大于南北同距离的差別。但至冬季則等溫綫密集，南北溫度相差極大，如在同一經度附近的免度河（49°06′N，121°03′E）1月溫度为−27.8°C，而旅順（38°47′N，121°38′E）同月溫度則为−4.2°C，計南北溫度之差每一緯度达2.2°C之多。为世界各地所稀有。南北溫度的差別在春秋二季亦相当大，这在初霜和終霜的季节中表現得很清楚，結果东北地区無霜日数南北也相差悬殊，如在大連、旅順为220日，在通辽、安东、密山、虎林为180天，在沈陽、綏芬河、洮南为106日，在哈尔濱、佳木斯为140天，在札蘭屯、索倫为120天，在海拉尔、滿洲里为100天。免度河8月可下霜，而6、9兩月則經常有霜。东北区因西部紧靠蒙古戈壁，因此夏季可有酷热。濱海諸地如大連、旅順絕对最高溫度均不超出36°C，而大兴安嶺以西如海拉尔、滿洲里均曾有40°C的記录。札蘭屯在1919年7月23日曾有42.6°C的最高記录，但此等高溫只有在夏季来自戈壁沙漠西南風盛行时偶一見之。海拉尔、滿洲里、札蘭屯在7月平均最高溫度不算很高，均在27—28°C之間[1]。

（二）冬夏季候風的影响

东北地区的气流冬季处于蒙古高气压和太平洋阿留申群島低气压控制之下，自大陆吹往海洋，夏季則受太平洋高气压和印度洋低气压之影响，从海洋吹上大陆。这种冬

1）东北最高最低溫度記录根据"滿洲之日照及气象"，南滿洲鉄道株式会社1941年出版。

夏换易方位的風名为季風。季風在印度和中国南部最为显著，东北地区因緯度較高，很受西風帶的影响，又因低气压来去頻繁，所以季風不如在热帶、副热帶区域的明显。在松辽河谷中从沈陽、長春、客門、哈尔濱直至佳木斯，一年12个月最多的風均为西南風和南風，这是受了东西二边大兴安嶺与長白山嶺的影响，不足以代表东北区域的气候，凡不受地形影响者在本区域从南至北，冬夏風向方位均大約相同，1月为西北或北風，而7月則为东風或南風。穆拉柴也夫教授在近著“中国东北地理”[1]書中以为东北夏季風只到大兴安嶺为止，实际上並不如此。大兴安嶺以西如海拉尔、滿洲里等，1、2、3各月均为西北或西南風，7月、8月則以东風为最盛行，更重要的夏季風不但盛行于地面，而且流通于12公里以上之高空，因而在夏天供給各地以丰沛之雨澤甘霖，譬于大兴安嶺以西，滿洲里、海拉尔等地雨量虽較大兴安嶺以东为少，但仍集中于6—9月，即夏季風盛行的时候，由此更可以知道夏季風对于此区域之重要性。

地　点	年雨量（毫米）	6—9月雨量	所佔百分比
哈尔濱	577.3	470.7	80.1
昂昂溪	386.3	312.4	80.8
海拉尔	322.8	257.1	79.6
滿洲里	272.2	231.6	85.0

从上表可知大兴安嶺虽足以減少呼倫貝尔的雨量，但未能改变其性質，即其仍为夏季風雨。近来东北高空气流的勘測材料已积累漸多，对于此点当更能加以証实。

（三）东北地区气旋活动和災害性天气

本区位于北緯53—38°之間，一年四季低气压均有过境而尤以冬春二季为多，与华北区域一年中除夏季以外，以高气压为主宰者有別，冬季本区位于蒙古高气压的东部，寒流經常自北方或西北方侵入本区，在北緯43°以北盛行气流方向为西北，其南盛行气流为正北或东北。每当从蒙古东来的大气压槽移到东北区时，槽后随之以强烈的寒流，气溫急劇下降，在本区北部气溫常达－30°C。寒槽冷鋒过境不仅經常出現大風，而且产生雪暴，冬季本区低压槽过境时，槽前經常出現相当强盛的偏南气流与槽后的偏北風相交錯，釀成地面的一个低气压系統，因此可形成比較持久至1、2日的陰湿天气，这类低气压向东南移入日本海后可以得到發展。在冬春二季另一种低气压多在貝加尔湖以东生成而移入东北地区，这类低气压次数較多，路徑偏北。第三种低气压由黃河上游和河套一帶所發生的气旋也可在东北地区發展为比較深的低气压，这类气旋为数不多[2]。

东北地区在春季常發生偏南大風其速度經常每秒10—20米。时間可維持1、2天之久，对于农業有不良影响。根据1950年至54年五年中3—5月份大風記录知道这

1）穆拉柴也夫著：“中国东北地理”1955年，莫斯科第89頁。

2）朱抱眞：“从平流动力分析論春季东北低压的發展”。气象学报24卷3期，1953年10月。

类大風是在貝加尔湖附近或蒙古中部地区出现低气压于24—48小时后到达黑龙江上游一帶，低压的东南方向同时有高压自大陆入海形成了气压南高北低現象。因之發生了每秒10米以上的西南向的大風。这类春季大風在热河山区、長白山区和兴安嶺山区均少出現，而在松花江下游每月平均出现三次，最大風速在15—20米/秒之間。松辽平原春季大風最为常見，平均每月达6次，尤以鞍山、四平等地为甚，最高風速可达每秒30米[1]。

夏季本区在大陆低气压的东北部。盛夏7、8月間黄河下游出現低气压系統，常向东北方向移动，濕溼空气自东南方向流入，同时北方有冷气流侵襲，气流輻合区可产生大雨。1956年8月松花江流域發生近年稀有的大水，是由气旋活动頻繁所造成。另一因素能造成东北之暴雨者为台風之襲击。虽东北緯度已高，台風在此区上陆已屬鮮見，但如不加防范可造成巨大損失，如1949年8月大連台風即其一例。

东北地区秋季虽和春季同为过渡时期，風暴次数秋季不如春季之多，而且高气压停滯在东北地区的机会較多，所以秋季較春季晴天較多而雨天較少，秋季風速也較春季为小，东北地区南部如辽河区域的气溫有一特点即秋季气溫高于春季，这不仅由于春秋二季大气环流有不同，也因东北地区春季地面有积雪之故。

三. 气候区划

气候区划最重要的因素是热量和水量，以热量分帶，中国除高山高原而外可分为五帶，从北到南为寒溫帶（最冷月气溫在−24°C以下，积溫不足2,000°C）溫帶（最冷月平均气溫在−8°C以下积溫在3,400°C以下），暖溫帶（最冷月份平均气溫在−8°至0°C，积溫3,400～4,500°C）副热帶（最冷月份平均气溫在0°至16°C，积溫4500—8,000°C）和热帶（最冷月份平均气溫在16°C以上，积溫8,000°C以上）。东北地区除辽东半島及辽河流域極南部屬于暖溫帶区外其余均在溫帶，中国雨量除新疆及部分的內蒙和西藏而外，多为季風雨，其溼度系由夏季風从太平洋或印度洋挾帶而来，因之雨量由东南向西北銳減。在气候分区方面雨量尚不及干燥度之重要。所謂干燥度即雨量与可能蒸發量之比。在中国蒸發量記录旣少，而且所用蒸發器标准不一，所以可能蒸發量系依照苏联席良尼諾夫方程式用溫度算出，方程式如下：

$$K = E/R = 0.16 \times 10\Sigma T/R$$

其中K为干燥度，E为可能蒸發量，R为雨量，ΣT为10°C以上积溫，在中国气候区划中，森林地区干燥度小于1，森林草原1—1.5，草原1.5—4.0，荒漠草原大于4，但各地亦有不同，如东北森林草原和草原之界綫为干燥度1.2而非1.5。

东北全区可分为三个气候区域[2]即（1）兴安区；（2）松嫩長白区；（3）辽河

1）吳余初、吳达三"东北区春季偏南大風"1955年全国災害性天气分析預报經驗討論会議文集。119—138頁。

2）張宝堃、楊鑒初、段月薇"东北区气候"，在印制中。

区。兴安与松嫩区長白区以10°C以上的积温2,000°C为界，松嫩長白区和辽河区則以积温2,750°C为界。其中松嫩長白区又分为三个副区，即A.松嫩副区，B.三江副区，C.長白副区。东北地区之北边和东边均以国界为界綫，西边以干燥度1.2綫为界，亦即草原与森林草原之界綫，南边以积温3,400°C为界与最冷月平均温度－8°C相合为温帶和暖温帶之界綫。

（一）兴安区

兴安区包括大小兴安嶺山地，全区都在北緯47°以北，是东北最北的一区，如以月平均溫度22°C以上月份作为夏月，以月平均溫度在0°C以下作为严冬，則兴安区可称無夏月而严冬可达7—8个月之久，年平均溫度在0°C左右，为我国平地范圍內最冷地区。該区無霜期100—120天左右。年雨量一般在450—550毫米，多的地方可达600毫米以上，其中80—90%降落在5—9月間。

兴安区的南界，以积溫2,000°C的等值綫为准，大致和东北的多年冻土区的南界相当，且与年平均溫度0°C1月份气溫－24°C等值綫的走向大同小異。在这个冻土区里，有些地方的土層中大部分已达永久冻結狀态，夏融亦仅限于表層，地面积雪达5个月以上，河流封冻达半年之久（从10月底到次年4月初），本区盛产木材，小兴安嶺为全国最大的木材产地，亦为將来森林工業基地。黑河則有造紙工業。

（二）松嫩長白区

1.松嫩副区　北界积溫2,000°C等值綫，南以积溫2,750°C与辽河区为界，一年中夏月只有一个月，而严冬却有五个月，無霜期120—150天，土地冻結达5个月以上，河流封冻亦可有5个月。年降水量約400—700毫米等，其中80—90%集中在5—9月。多雨与高溫季节相符合，这是我国季風的特点，加以土壤肥沃，对农業生产是有利的。盛产春麦、大豆、高粱等夏季作物，其中春麦的生产量佔全区的80%，大豆50%，杂粮37%，与辽河地区同为我国东北之谷倉，本区包括有吉長工業区、哈尔濱工業区和齐齐哈尔工業区。

2.三江副区　三江副区是黑龙江、松花江、烏苏里江，三江間的平原地区，位于松花江下游二岸，和黑龙江右岸一段，由于靠海較近，地形平坦，四周环山，雨量充沛，年雨量500—700毫米，区內干燥度多不到1.0，积溫在2,200—2,350°C間，只7月份达夏月标准，严冬五个月。区內荒地尙多，是为移民基地，但因地势低窪，排水不良，所以解决排水为本区大量移民的先决条件。本区包括了鶴崗、鷄西、双鴨山三个煤区和佳木斯輕工業区。

3.長白副区　本区积溫在2,000至2,500°C之間，只有7月份一个月为夏月，緯度虽較低，但严冬乃有5个月之多，無霜期125—150天，長白付区位居迎風山坡，年雨量达650—1,000毫米，向風的东坡多雨，背風的西坡較少，5—9月雨量佔年总雨量的80%左右，落叶濶叶树生長茂盛与兴安区已不相同。夏季是長白林区的雨季，



圖 例
一級区界
二級区界
三級区界
比例尺
0
300公里
116
120
124
128
132
136
52
48
44
40
1₁
興 安 區
2₂
嫩 江 區
2₃
三 江 區
2₄
長 白 區
3₅
遼 河 區
漠河
呼瑪
璦琿
滿洲里
嫩江
阿爾山
齊齊哈爾
烏蘭浩特
白城
洮南
哈爾濱
佳木斯
牡丹江
東寧
長春
吉林
四平
延吉
通遼
開魯
赤峰
錦州
營口
鞍山
臨江
鳳城
安東
北京
山海關
旅順
大連
錫林浩特

图 1 东北气候区域

图 2　全年降水量

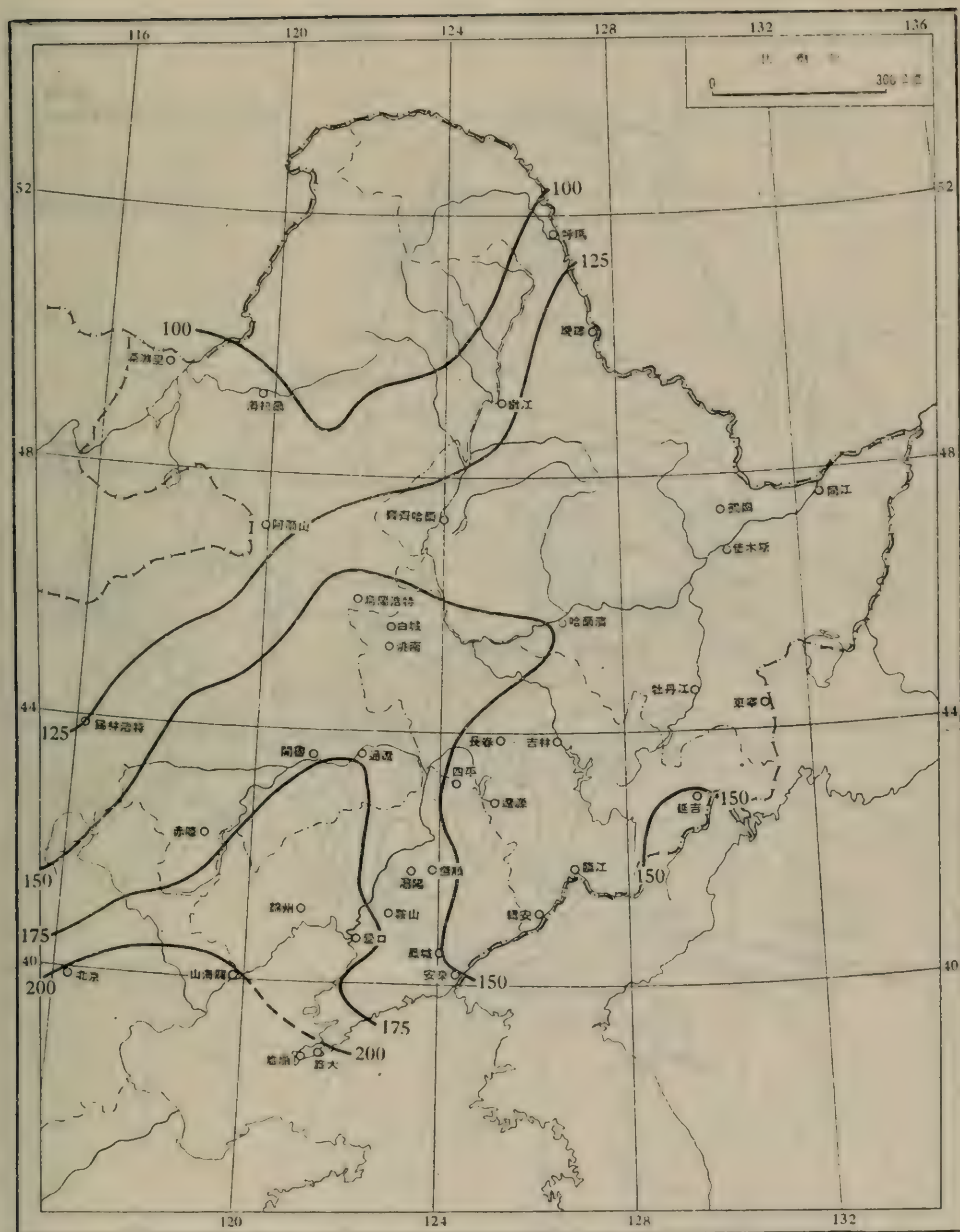

116
120
124
128
132
136
52
48
44
40
100
100
125
125
150
150
150
150
175
175
200
200
海拉爾
嫩江
呼瑪
齊齊哈爾
阿爾山
烏蘭浩特
白城
洮南
哈爾濱
佳木斯
同江
牡丹江
東寧
錫林浩特
開魯
通遼
長春
吉林
四平
遼源
延吉
赤峯
瀋陽
撫順
錦州
鞍山
營口
臨江
輯安
鳳城
安東
北京
山海關
旅大

图 3 全年無霜期（日数）

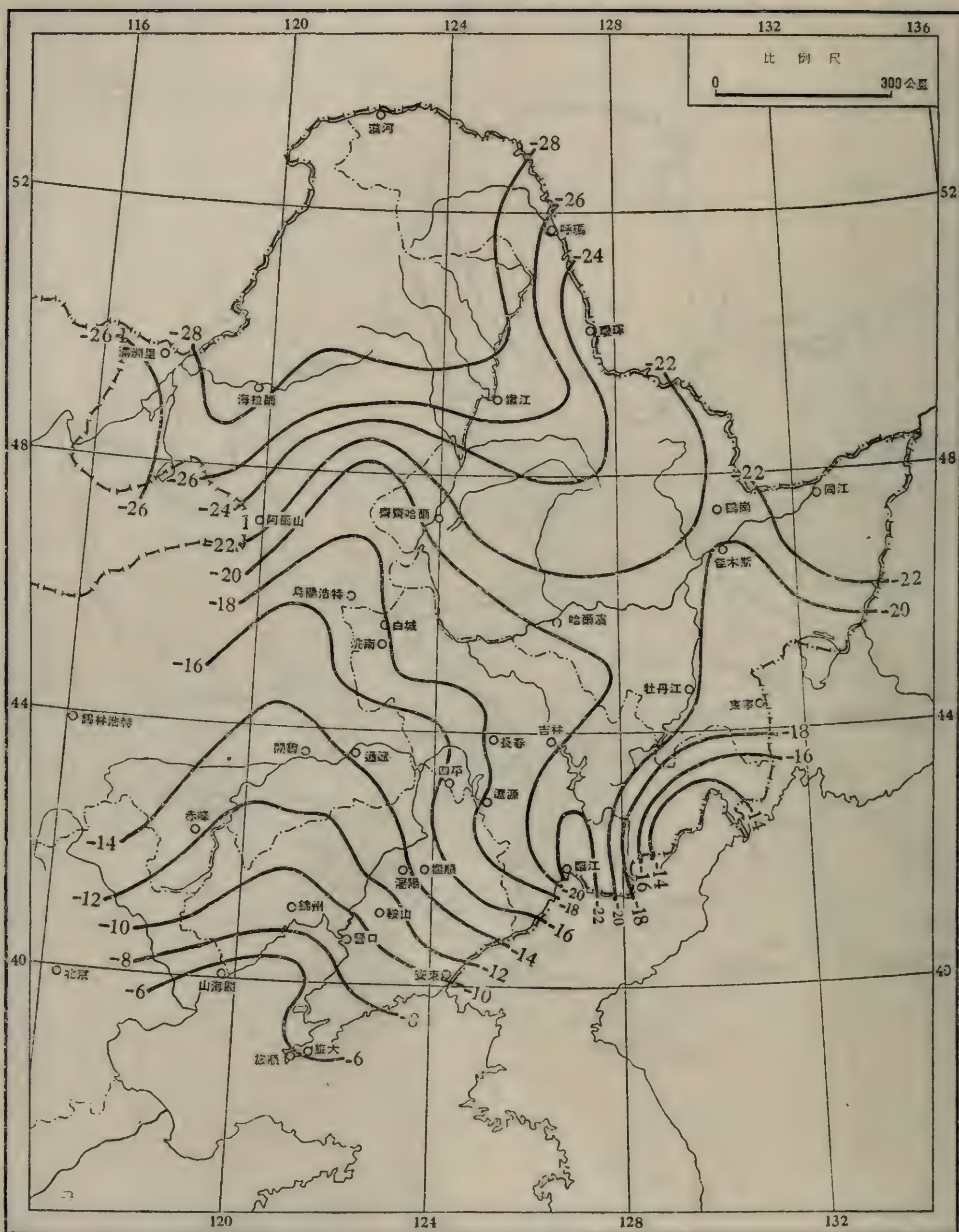


图 4　1 月平均气温（°C）

图 5　7月平均水温（°C）

即使在晴天也有濃霧，本区据有第二松花江与牡丹江流域，水力充沛，小丰满水电站即在本区。本区包括有通北地区的采煤工業和長白山系的森林工業。

（三）辽河区

本区南界积溫 3400° 的等值綫，大致相当最冷月气溫 −8°C，为暖溫帶与溫帶之界綫。辽河区气溫較松嫩長白区为高，7、8 兩月为夏季，河流冰冻期亦較松嫩長白区稍短（約 3—4 个月）但严冬乃达五个月之久，無霜期 150—175 天。年雨量500—700毫米，最多雨的地方（如安东）可超过 1,000 毫米。5—9 月的雨量佔全年的 80% 左右，本区与松嫩副区同为东北之粮食基地，高粱、苞米、谷子等杂粮佔东北总产量37%，大豆佔 20%，小麦佔 99%，本区包括有全国最大的鋼鉄工業和煤炭石油工業，既沈鞍工業区和阜新北票煤矿区及安东輕工業区。

东北地区除上述三个气候区域外尙有少数边緣部分不能包括在上述区内，即辽东热南区与呼倫貝尔区亦帶述如下：

1. 辽东热南区　本区包括辽东半島和內蒙古东部，原屬热河省之南部及辽宁省之西南部，已为暖溫帶之范圍，年平均溫度在 10°C以上，1 月平均溫度在 −8°C 以上。严冬为期只三个月，無霜期日数达 200 日。雨量从东向西減少，自 750—400 毫米。此区域栽培作物以大豆、高粱、玉米为主，辽东半島上山海关走廊亦以产水菓著名，旅大工業区有机械制造和化学工業。

2. 呼倫貝尔区　东以干燥度 1.2 为界，是草原和森林草原的分界綫，因在大兴安嶺以西，雨量稀少，在 300 毫米以下，但其性質乃为东亞季風雨，無标准的夏季，严冬达六个月之久，無霜日数全年仅 100—120 日，此区适宜畜牧。

莫拉柴也夫教授分东北为四个气候区域即[1]：

（1）干燥荒漠区；

（2）草原区；

（3）西伯利亞泰加林；

（4）副热帶过渡帶。

中国东北地区的南部已接近了副热帶高气压的边緣，所以在普通情况下称为副热帶过渡帶是合适的，但在中国冬夏季風盛行，冬季西伯利亞寒流能遙远地傳达到北緯 30° 以南，使若干多年生副热帶代表性植物如：竹、茶、柑橘、柞等等不能很好地自然生長于黃河流域，因此中国气候学工作人員認为有需要把华北区域和东北的最南端部分称为季風暖溫帶气候区域，或称季風濶叶森林区，而以秦嶺与南嶺之間地区称为副热帶区域或季風常綠林区。世界其他地区惟北美洲东部（北緯 30—40° 間）也有类似气候，美国气候学家亦不称此区为副热帶区，而称之为暖溫帶，但在中国季風影响特別巨大，故可称之为季風暖溫帶区或季風濶叶林区似較为合适。

1）莫拉柴也夫："中国东北地理"第 85 頁。

黑龙江水系地質及工程地質的初步观察

馮景蘭

（北京地質勘探学院）

一. 引　　言

1956年7月中旬至9月中旬，作者参加了中国科学院和苏联科学院所組織的中苏黑龙江綜合考察队水能組的評选壩址工作。就时間和行程来說，这一工作可分为下列五个阶段：

第一阶段：7月14日—23日，从哈尔濱出發，由鉄路过大兴安嶺到海拉尔，初步考察了大兴安嶺一般情况，札賚諾尔煤田、呼倫池油跡和呼倫池水系与黑龙江水系的关系。

第二阶段：7月24日—8月4日，坐汽車从海拉尔出發，到額尔古納河和根河合流处附近之黑山头，从黑山头西行渡过額尔古納河到苏联旧楚魯赫圖，然后从此行經新楚魯赫圖、麒麟屯、聶尔厂及其他村鎮回到中国室韋（吉拉林），沿途踏勘了新楚魯赫圖、高尔布諾夫卡及額尔古納泉三个壩址，並参观了苏联境内的小白樺树鉄矿、麒麟屯銀鉛矿和聶尔厂十字山銀鉛矿旧址。

第三阶段：8月5日—8月13日乘小汽艇自室韋出發，沿額尔古納河順流而下，依次踏勘了額尔貢斯克、依里亞、上、下烏斯奇烏洛夫、烏瑪、烏留宾諾、穆契康、磚塊崖等八处壩址，主要是研究各壩址的岩石和地形。

第四阶段：8月14日—9月1日，自額尔古納河与石勒卡河会口附近之波克罗夫卡起至黑龙江与烏苏里江滙口之伯力止，乘250吨輪船“長春”号，沿黑龙江下行經漠河、鷗浦、呼瑪、黑河、海蘭泡、奇克、烏云、佛山、蘿北、撫远等县鎮来往于中苏边境上，踏勘或在船上观察了阿馬塞尔、札林达、托尔布津諾、庫滋湼佐夫、新沃斯克列森諾夫卡、庫馬拉、貝洛別琴、柯尔薩柯沃、苏霍金諾、海蘭泡、波雅尔柯沃及太平溝下（古樟）等13处壩址。从地質和地形的观点，提出了初步的意見。此外在这段中国境内，也視察了几处沿江的第三紀煤田。

第五阶段：9月2日—9月13日，自伯力乘輪船溯黑龙江松花江而上，經同江、綏濱、佳木斯、依蘭等地回到哈尔濱、沿江初步观察了黑龙江中游和松花江下游的湿地（沼澤地）及三姓（依蘭）淺灘的一般情况，在哈尔濱总結报告会上，提出了关于壩址地質問題、淹沒損失問題、湿地成因問題及加強勘探沿江矿产資源問題的初步看法。

本报告的編写，主要是依据野外观察的印象，参考所能获得的一切資料，以及塌基岩石显微鏡下的初步鑑定从 10 月中旬开始，到 12 月中旬完結。在这兩个月的編写过程中，水利部哈尔濱勘測設計院，陈延順同志，对于資料的搜集和圖表的編繪，作了很多的帮助，同时也由于他自己在这次工作中的努力，对于業务有所提高。

但是这个报告只是对偉大的黑龙江水系的初步認識的报告。由于人力物力的缺乏（特别是抄繪人員的缺乏），野外观察时間和室內研究时間的短促，以及我个人教学任务的繁忙和时間的不集中，这个初步报告在內容方面、文字方面和圖表方面，一定有很多的錯誤和缺点，請讀者指正。

二. 黑龙江水系的地質背景

包括海拉尔河、額尔古納河、阿穆尔河（狹意的黑龙江）上中游，松花江下游及烏苏里江下游的黑龙江水系地区的地質背景是比較复杂的，本文只就地層、構造和地史三方面，略述其梗概。

首先从地層方面說，我們对于苏联境內的地層情况，掌握的还少，根据1956年中国地質学編輯委員会和中国科学院地質研究所編印的中国区域地層表草案，黑龙江水系地区，在中国境內，从地層来說，可划分为三区：

1. 大兴安嶺及大兴安嶺以西区，包括嫩江流域以西，內蒙自治区的呼倫貝尔盟一帶，主要为海拉尔河、額尔古納河及其支流的流域。

2. 小兴安嶺区，包括呼瑪、黑河、瑷琿、烏云、鉄驪、拜泉、克山等地区，其地層大致与大兴安嶺区相似。

3. 松花江下游区，包括黑龙江省东北部，松花江下游及烏苏里江下游以西地区，沿江大部为广濶平原，基岩露头零散。

試將这三个地区的地層列为柱狀剖面圖（圖 3）作为綜合比較的根据，得到下列的初步結論：

黑龙江水系地区的地層，在中国境內，自西而东有下列共同之点：

1. 最下面以古老的（泥盆紀前，寒武紀前，或震旦紀前）片岩和片麻岩为基础，片岩与片麻岩之間的关系研究的还不普遍，不明确，但因片理和片麻理走向之大不相同（有时几成正交），可能代表着他們之間，有一个巨大的角度不整合。

2. 寒武紀地層，一般都不存在，震旦紀地層的可能存在，似只限于大兴安嶺地区的所謂薩馬街系石英岩，而中古生界的志留泥盆兩系，和上古生界的二叠石炭系却都分布很广。

3. 中生界普遍地沒有三叠系，侏罗系分布極广，但主要是上侏罗系，白垩系分布更广，火山岩及火山碎屑岩最为常見，尤其是上白垩系。

4. 新生代第三紀和第四紀都有玄武岩流噴出，火山活动一直进行到很新的时候；

全新統冲积，主要为粘土与砂礫互層。

5．花崗岩类酸性岩漿的侵入，主要有三个时期：第一个时期在古生代前，第二个时期在古生代末和中生代初，第三个时期在中生代末第三紀初。

6．較为显著的造山运动，在本区域中共有六次：

第一次运动的証据，見于松花江下游地区的剖面（剖面3）結晶片岩与片麻岩系之間的走向不一致，可能代表着太古代和元古代之間的造山运动。

第二次运动，在震旦紀以前，以震旦紀地層与震旦紀前的片岩和片麻岩之間的不整合为代表。

第三次运动在志留泥盆紀前，以寒武紀的缺失及志留泥盆系与其下震旦系或其他更老岩系之間的不整合为証据。

第四次运动，見于古生代末及中生代初，以"蒙古花崗岩"之侵入和三叠紀岩層之缺失为証据。

第五次运动，在白堊紀与第三紀之間，以白堊系与第三系之間的不整合为証据。

第六次运动發生于第三紀和第四紀間以第三系与第四系之間不整合为証据。

根据上述种种事实，可推想黑龙江水系地区地史的發展，主要有下列六个阶段：

（1）在震旦紀以前的悠久时期中本区曾数經滄桑，水成沉积、火山活动、造山运动、及变質作用均盛，且重見数次，以致形成各式各样的片岩、花崗片麻岩、片麻狀花崗岩、混合岩等复杂的变質岩类。

（2）在震旦紀寒武紀时期，黑龙江水系地区的全部或大部，曾一度隆起成为陆地，使古老岩層，受長期侵蝕，沒有或少有沉积。就这一特点来說，黑龙江水系地区的地史，与华北及南滿的地史絕然不同。

（3）在中、上古生代时期，即志留、泥盆和石炭二叠紀时期，屡經海侵海退，間歇地堆积了大量泥砂和石灰質，形成了現在分布較广的砂岩、頁岩、和灰岩；並因古生代末至中生代初的火成活动，巨大广泛的"蒙古花崗岩"类岩漿的侵入，而局部接触变質，並在多少灰岩中形成了各式各样的矿床。

（4）中生代初三叠紀时期，由于火成活动及造山运动，黑龙江水系地区又一次隆起为陆，所以沒有三叠紀沉积物，而在侏罗紀及白堊紀时期，局部陷下，形成盆地，往往形成深厚的堆积物，亦即今日所見的砂岩頁岩，其中往往有可开采的煤層。

（5）中生代末的白堊紀，尤其是晚白堊紀，甚而延長到老第三紀的初期，火成活动，尤其是噴出式的火成活动，盛極一时，形成了广大的玄武岩、安山岩、流紋岩岩流及各式各样的火山岩堆积。

（6）新生代中，由于断層或拗陷所形成的局部盆地、堆积了相当广泛的新生代沉积，其中也往往夾有煤層，但除少数例外外，一般是質不高量不大。

又在新生代中，有数次基性岩漿活动，或者因玄武岩漿的吐流，而使河流改道，

或者造成河道壅塞湖，或者因大量玄武岩漿的侵入，而使地壳加重，局部沉陷，也就在这些沉陷地帶上形成較厚的冲积層和广大的沼澤地，而在某些降雨量少的干燥地帶（如呼倫貝尔盟），也見有相当广泛的風砂堆积。

关于黑龙江水系地区的大地構造，由于資料缺乏，現在所了解的还很不全面。黃汲清氏在中国大地構造單位書中，將黑龙江水系地区的地質構造單位，由西而东分为下列六帶：

（1）太平洋或燕山褶皺上阿穆尔帶，分布在額尔古納河以西苏联赤塔州东部。

（2）华力西褶皺帶及具有强烈喜馬拉雅运动的华力西褶皺帶，包括海拉尔河下游，額尔古納河上游及呼倫貝尔池一帶。

（3）部分屬于燕山期的强烈花崗岩化的华力西褶皺帶，包括大兴安嶺、小兴安嶺及張广才嶺等地区的主要部分。

（4）嫩江第三紀沉降区和广泛的第四紀停积区。此区包括嫩江流域的大部，南边与辽河沉降帶，北边与苏境吉雅河沉降平原相望。

（5）具有部分沉积岩盖層的寒武紀前地塊，曾受燕山（或）及受喜馬拉雅运动的干扰，主要是东滿地塊北端完达山脈一帶。

（6）太平洋或燕山褶皺的烏苏里帶，包括烏苏里江的东西兩面，南經兴凱湖地区，以达海参威附近。

根据1/3,000,000中国地質圖，1/5,000,000苏联地質圖及此次在野外旅行的初步观察，黑龙江水系地区自西而东，因地命名，我認为可依次分为下列八个地帶：

（1）赤塔褶皺帶：主要在額尔古納河以西苏联赤塔州东部，古生代和中生代地層，褶曲成东北西南向，形成長方格狀水系的地帶，即黃汲清氏所說的上阿穆尔帶。

（2）呼倫貝尔沉降帶：主要是內蒙自治区的东北部、呼倫池、貝尔池、以及其他零星湖泊地帶。这一地帶，不仅是黃汲清氏所說的具有强烈喜馬拉雅运动的华力西褶皺帶，而且現代的構造运动，尙未結束。

（3）大兴安嶺地壘隆起及燕山期强烈花崗岩化的华力西褶皺帶。

（4）嫩江地塹沉降帶：此帶向南与辽河沉降帶，向北与苏联吉雅河平原沉降相呼应。

（5）小兴安嶺-張广才嶺地壘隆起帶：基本上与大兴安嶺地壘隆起帶相同，亦为燕山期强烈花崗岩化的华力西褶皺帶，惟延長方向，略近于西北东南，与大兴安嶺之东北西南方向几成正交。

（6）完达山脈古陆隆起帶：即黃汲清氏所謂具有部分沉积盖層的寒武紀前地塊。

（7）三江（黑龙江中游及松花江、烏苏里江的下游）-兴凱湖沉降帶：这一地帶从現在的地形看来，仍有沉陷的趋势，湿地（沼澤地）的情况，也比較广泛而严重。

（8）沿海褶皺帶：包括烏苏里江以东太平洋式的燕山褶皺帶，自西南而东北，大致与太平洋海岸淺相平行，使黑龙江下游（伯力至海口）的河道方向，受其影响。

整个的东北地区，無論在地形上或地質構造上，和中国全国的地質構造特点一样，都显然可看出兩个主要的方向性：一个是震旦方向，即1866年龐丕理（R.Pumpelly）所指出的普遍存在着的东北-西南方向；另一个是朝鮮方向，即1930年日本地質学者小藤文次郎所指出的西北-东南方向。东西構造方面，不大显著。

代表着震旦方向的有大兴安嶺、嫩江平原、松辽平原、完达山脈，以及东北南部的千山山脈和長白山脈。

代表着朝鮮方向的是小兴安嶺、張广才嶺及松花江流域和辽河流域之間的黑嶺分水嶺。

由于这个X形構造方向的存在，就形成了黑龙江水系發展上的特点，其中尤以震旦方向为主要，所以黑龙江水系的主要方向，是西南-东北。

三. 黑龙江水系的特点和問題

关于黑龙江水系的特点和問題，有些是已經發現並获得解决的，有些是虽經發現尙未解决的，玆分述如下：

（一）关于黑龙江的起源問題

向来有兩种說法：一种是以苏联赤塔州的石勒卡河为黑龙江的正源，一种是以中苏国境約額尔古納河及克魯倫河为黑龙江上源。經此次考察的認識，克魯倫流入达賚池，而达賚池的水並不流入額尔古納河，所以現在不能將达賚池及克魯倫河作为額尔古納河的上源。因之石勒卡河不仅水量比額尔古納河大，而且也比額尔古納河長，所以現在以石勒卡河为黑龙江干流的正源是比較正确的。

（二）关于黑龙江水系的曲折情况

从表面看来，大体与黃河干流的曲折情况相似。从額尔古納河說起，室韋、奇干、漠河、鷗浦、呼瑪、黑河間的北向大弯曲有点象銀川、五原、包头、呼和浩特、壶口龙門間的大弯曲；佛山蘿北間的峽谷，有点象豫西山地中的三門峽及八里胡同；綏濱、同江、撫远、伯力間溼地沉降帶，河谷寬广，有点象黃河、孟津、蘭封間的沉降帶；而蘭封以东的黃河折向东北流入渤海，有点象伯力以北折向东北流入韃靼海峽的黑龙江。

但是从地質構造控制的实質看来，黑龙江的弯曲与黃河的弯曲在成因上不尽相同。黃河的流向主要是橫过区域地層的走向，其弯曲主要是受断層的控制，而黑龙江的东北西南河段主要是縱向河谷与区域褶皺的走向相平行，而西北东南方面的河段，可能是受断裂的控制或受結晶片岩及片麻岩的片理及片麻理方向的影响。后一种情况据說在佛山蘿北間峽谷段是有的。

（三）枝狀水系的發展

在嫩江水系、海拉尔河水系、根河水系、貝斯特河水系、阿穆尔河水系、呼瑪河水系、吉雅河水系及松花江水系，都比較完善，征象着他們的發生，主要是在第三紀及第四紀近于水平的沉积岩層上（如嫩江、吉雅河、根河及海拉尔河下游等地），或在火成岩及变質岩等的結晶岩石上（貝斯特河、額穆尔河及呼瑪河等）。

（四）長方格子狀水系的發展

主要見于赤塔州东部石勒卡水系及其相隣的水系所分布的地帶，与該区古生代及中生代岩層的东北西南向褶皺正相符合。

（五）黑龙江水系的蛇曲

無論在干流或支流都达到很高的程度，往往使河道的長度2—3倍于直綫的距离，例如从海拉尔市至黑山头村，汽車路直距不过 150 公里，而河道因繞經一个等边三角形兩边，並加上蛇曲的关系長达800—900公里，这不但对于航运殊感不便，而且由于河流在广濶汎濫平原中所殘留的月形湖沼，又为湿地形成的一个重要原因。

由于蛇曲發展历史之不同，黑龙江水系的蛇曲主要可分为兩类：一类是現代平原中的蛇曲，多見于平原或新近沉陷地帶；另一种是切下河曲，多見于山区隆起地帶；前者見于海拉尔河及額尔古納河的上游，后者見于貝尔次河、額穆尔河及黑龙江上游。例如太和站灣（漠河下游）長七、八十里，邮車站灣（呼瑪下游），長 160 余里。

（六）沿江阶地的發育

在黑龙江水系異常显明，这种阶地至少有四層，而以下面的三層更为清楚，自下而上高出河面分別为 5—10 、50—60、110—140米，代表着陆地的間歇性上昇和河流的間歇性下切。阶地上面往往保存有古河床礫石，阶地寬度愈向上愈大。第四層阶地或准平原估計約高出河面达 300 米以上。第二級阶地以上的地区距河边远在数公里以外，对于壩庫址的选擇已無实际的意义。

（七）額尔古納河河床沉积物的粒度

自上游至下游有显著的差異。就大体来說，室韋以上，河床盖層以粘土分布为最广；室韋至奇干，以砂为主；奇干以下河床礫石分布較广。这种情况显見与河流的速度有密切的关系，而河流的速度与河床的坡度有密切的关系，額尔古納河如此，黑龙江、松花江及其他河流亦如此。关于額尔古納河及黑龙江上中游坡度的变化，見各河縱剖面圖（圖 2 ）：

（八）地轉偏斜的影响

除去由河流弯曲所發生的局部外切陡岸外，从实地观查及 1/100,000 地形圖的表現，都显示出地轉偏斜的影响。那就是說，凡是額尔古納河北流的地段东岸多陡，而西流的地段北岸多陡；黑龙江东流的地段南岸多陡，而南流的地段西岸多陡；这样也就說明了因为什么苏联河岸在居住上及交通上有較多便利的天然条件。

（九）黑龙江比降的特点

与黃河比較起来，黑龙江比降之小可作为其特点之一。海拉尔市远居黑龙江水系的上游，距海口約3,000公里，而其拔海不过500余米，这样就限制了黑龙江水系的总动能。

四. 額尔古納河及黑龙江上、中游各壩址的地質特点

这次在額尔古納河踏勘了11处壩址，在黑龙江視察了13个壩址。額尔古納河壩址以前未作初測，而是这次进行草測工作；黑龙江中上游壩址是1955年夏，苏联科学院專家們已經进行了壩址草測，这次只是复查补充，未再进行复測。因为在每一壩段进行工作的时間很短，所以下表所提出的只是个初步的認識。

表 1 額尔古納河各壩址地質基本情况表 （参閱圖4）

編号	壩址段名称	地質地形概况	初步意見
1.	2.	3.	4.
1	新楚魯海圖	左右兩岸皆有坚强的古花崗岩及穿插在花崗岩中的各种岩脈和石英脈，右岸較陡、高出河面約50—60米，左岸較緩、高出河面約20—30米，河床复盖層厚度不詳。	基岩大致良好，但应注意沿裂隙或基性岩脈風化所能达到的深度，河谷太寬（1½公里），少建筑用砂料，是其主要缺点。
2	戈尔布諾夫卡	右岸較高較陡（50—80米），由古生代前变質岩系的片麻岩花崗岩及石英岩等所構成；左岸較低（20米），被冲积層所复，但據少数露出的岩塊来推測冲积复盖層下面大概有和右岸相同岩石的存在，河底复盖層厚度不詳。	基岩大致坚固，但应注意風化深度問題，河身不太寬宜于修壩，但壩身的最經济高度限于左岸20米的第二級阶地。
3	額尔古納泉	左岸为高出河面約30米的台地由石英流紋斑岩構成；右岸較低、复盖層較厚，可能由同样岩石構成須鑽探証明。	左岸基岩相当坚固、筑壩似無問題；右岸缺天然露头，应进一步挖掘观察。
4	額尔貢斯克	兩岸皆为具有柱狀节理的玄武岩，左岸高約90—100米，右岸稍低，岸崖陡峻。	此处玄武岩很致密、無气孔、承压强度無問題、应注意节理滲漏及沿节理風化深度。
5	依里亞	左岸为花崗岩，高出河面約60米，右岸亦为花崗岩，但坡度較小較低。	基岩坚固，宜筑高壩，但应研究花崗岩沿裂隙或岩脈的風化深度。
6	上烏洛夫河口	右岸高約50米，为花崗岩类杂岩、左岸較低平、复有冲积層、厚度不詳。	右岸基岩坚固，筑壩無大問題，应进一步研究風化深度。左岸基岩性質及复盖層厚度应进一步了解。
7	下烏洛夫河口	右岸陡崖高約100米、由輝長岩、閃長岩、及淺色岩脈所構成，左岸較低平，基岩与右岸同。	基岩一般坚固，宜于筑壩，但应进一步研究沿裂隙風化的深度。
8	烏瑪	兩岸均由閃長岩等火成杂岩所構成、右岸陡崖高約50米、左岸較平緩。	同　上

續上表

1.	2.	3.	4
9	烏留資諾	兩岸均由花崗杂岩所構成，右岸陡崖高出河面約60米、左岸第一第二阶地均較明显、第二級阶段地也达50—60米、較远的第三級阶地、有灰岩露出。	同　上
10	穆契耶	兩岸均由花崗岩質杂岩所構成，第二阶地高出河面約60米。	同　上
11	磚砌陡崖	兩岸均由花崗岩組成，其中穿插有各种岩脈及石英脈，第二阶地高出河面約65米。	基岩本身坚固，但上下及水平节理太多太大，应注意漏水問題。

由此可得結論，說現經选定的額尔古納河各可能壩址，都屬于結晶岩类，尤以火成岩类中之花崗岩类及玄武岩类佔大多数。这对于壩址基岩的稳固性和不透水性来說，是很有利的。

表 2　黑龙江上中游各壩址地質基本情况表（参閱圖5）

編号	埧址段名称	地　質　及　地　形　概　况	初　步　意　見
1.	2.	3.	4.
1	波克罗夫卡	古生代（泥盆紀）砂岩頁岩系（根据文献資料此壩段可能遇到灰岩），主要呈向斜構造。	岩石抗压强度較高，可能修壩，但对断層破碎帶应加以研究。
2	阿馬襄尔	古生代（泥盆紀？）英長砂岩、粉砂岩、和頁岩、受相当剧烈的褶皺和断層。	同　上
3	札林达	中生代（侏罗紀）英長砂岩及炭質頁岩、構造比較簡單。	抗压强度中等可修中級壩，附近有小断層应詳加研究。
4	托尔布京諾	中生代（侏罗紀）英長砂岩及頁岩礫岩，傾斜緩和。	同　上
5	庫茲涅佐夫	节理發育的黑云母花崗岩及黑云母角閃花崗岩。	抗压强度高，可修建高壩，但应注意風化深度。
6	新-斯克列森諾夫卡	古生代前花崗岩及花崗片麻岩。	同　上
7	庫馬拉	中生代（白堊紀）噴出岩类（凝灰岩，玄武岩，安山岩，火成角礫岩）及石英斑岩等形成近于水平的岩層。	常有孔隙及洞穴，抗压强度較差，是否大量滲漏，尙得詳細研究。
8	貝洛別琴	中生代（白堊紀）噴出岩；凝灰岩玄武岩等，岩層微向南傾斜。	岩性較好，可作中級壩址。
9	柯尔薩柯沃	古生代花崗岩类杂岩及穿插其中的石英斑岩岩脈。	抗压强度大，可修高壩，但应注意風化深度。
10	苏霍金諾	古生代（志留紀？）英長砂岩及石英岩，褶皺較剧。	抗压强度較高，可修中高級壩。

續上表

1.	2.	3.	4.
11	海蘭泡	左岸有細粒花崗岩、多孔，結晶凝灰岩，石英斑岩，又在較下游地区，有元古界片麻岩千枚岩及大理岩等。	在較短距离中，岩石性質不同，应进一步詳細了解。
12	波雅尔柯沃	左岸遙远，岩性不詳，右岸見花崗岩及長英岩堆叠，下面基岩被盖較厚。	須挖掘或鑽探，以确定基岩种类性質及埋藏深度。
13	古樟（太平溝下）	古生代及中生代火成杂岩，包括粗粒黑云母花崗岩，白色花崗岩及中性和基性岩脈等。	岩性坚强、地形良好，位置适宜、最利于修建庫容很大的水庫及高壩、但淹沒損失較大、花崗岩風化深度也应进一步研究。

由此也可得出結論說：黑龙江中、上游可能壩址，也多数是較坚固的火成岩类。

五．黑龙江水系地区所存在的几个地質問題及其初步認識

据此次沿江所进行的初步了解，与黑龙江水系地区綜合开發有密切关系的尙有矿产資源問題、湿地成因問題和新構造运动問題，茲分述如下。

（一）黑龙江水系地区的矿产資源問題

是黑龙江水系地区在綜合开發中最重要問題之一，因为矿产資源是冶金、机械制造等重工業的基础，是选擇建設重工業基地的出發点，是巨型水电站电力的主要市場。

苏联在远东地区大規模矿产調查已有十余年，主要的矿床資源已經肯定，主要的工業基地已初步肯定，对于用电地点及需要电量，已有基本輪廓，所以对于水电站站址的选擇已有較显明的經济計划和工業目标。这是我国学習苏联先进經驗，而及早推进黑龙江水系地区的地質普査及矿产勘探工作，以明确重工業建設基地和电力銷路的一个重要的步驟。

这次我参加中苏科学考察团水能队的主要目的，是要初步了解黑龙江和額尔古納河各可能壩址的地質的基本情况，但因上述原因，也尽可能在沿江地帶注意到矿产的分布和价値。所已看到了的矿区，先后有札賚諾尔的煤矿，呼倫池边的鑽探石油地点，苏联赤塔州麒麟屯附近的銀鉛矿、小白樺树的鉄矿、聶尔厂附近的銀鉛矿旧址，以及黑河以上沿黑龙江上游的煤田。

札賚諾尔煤田位于札賚諾尔車站南方附近，产老第三紀褐煤[1]，儲量达数十亿吨以上，为东北西部最主要煤田。

在呼倫池西北岸油跡地的玄武岩孔隙中曾發現天然瀝青及少量粘質原油，經1932—1942年地質調査、物探研究和鑽探的結果，只証明了該地有一落差达300—400米的正断層，未發現有可資开發的油藏。

1）东北矿产誌，根据日本資料，列为侏罗紀。

螢石矿床在大兴安嶺以西地帶，分布很广，主要为生于安山岩中的螢石石英脈，長数十至百余米、寬自数厘米至1米，粗矿儲量，約自数百至数万吨，品位多为中級。螢石矿的深处，有变为金屬矿床的希望。

小白樺树鉄矿，賦存于地塹構造內，原为下白堊紀水成菱鉄矿，其上部已氧化为品位較高的褐鉄矿及赤鉄矿，經排鑽勘探証明，儲量达数亿吨，但向东距額尔古納河約数公里处，被断層所切断，未見进展到中国境內。

麒麟屯銀鉛矿，生在古生代灰岩內，成裂隙充填的热液矿脈。矿石矿物，主要为方鉛矿、閃鋅矿及少量黃鉄矿、黃銅矿、輝銻矿、車輪矿等。品位鉛和鋅共达 3—20%、銀200克/吨、金18克/吨，实际上是一个多金屬矿床。

聶耳厂多金屬矿床，据說为苏联最早的产銀地区，从前世紀中，即驅使流放在远东的政治犯，从事开采，现已停頓多年，正从新进行物探工作。

黑龙江中游沿岸，往往有中生代及第三紀盆地，其中有零星煤層，經視察数处，未發現其中有規模較大的煤田。但根据各方的經驗，較大煤田，仍有存在的可能。

总之，大小兴安嶺地区，地面辽濶，岩層复杂，火成活动也比較頻繁，应加强金屬和非金屬的普查和勘探工作，一定有發現有价値矿床的可能。大兴安嶺西坡某多金屬矿床探勘工作，門在进行中，因距經过路綫較远，未往視察，从略。

（二）黑龙江水系地区的湿地問題

在黑龙江水系地区，凡土質松軟，水分过飽和，地表滯水在全年或某一季节，該地区一部或全部为地表水所蔽，而且往往被叢生的好水植物所复盖的地帶，称为湿地。

在大兴安嶺及呼倫貝尔草原地帶，在小兴安嶺地区、在烏苏里江流域和兴凱湖附近，無論是額尔古納河、烏苏里江或黑龙江的干支流附近，都存在着严重的湿地現象，每屆晚春初夏开冻，至秋末結冰之际，往往成为沼澤、泥淖及塌头甸子，一片汪洋，断絕交通，使农田开垦及地質調查都發生困难。北滿地区所以开發較迟的原因，除气候严寒外，湿地的广泛分布，也是其主要原因之一。

为了开發湿地，須先研究湿地的产狀，正确地了解湿地的成因，以便籌划处理湿地的办法。

日本地質学者，过去对于东北湿地曾作过一些考察，远籐隆次曾总結各方面結果，將湿地产狀归納为：

（1）泥濫平原（洪涵地）上的曲流（蛇曲）；

（2）河流的合流地区；

（3）河流入海入湖的河口；

（4）牛軛湖古河床；

（5）断層綫上；

（6）伏流；

（7）風蝕盆地及河谷盆地內；

（8）水泉附近；

（9）河床平衡曲綫異常的地区；

（10）永久冻結層存在的地区。

根据此次的观察及我們的判断，上述10种产狀可归納为下列三方面的原因：

1．地形的原因：水性就下，自然滙聚于凹下的地区。前述的風蝕盆地、河谷盆地、牛軛湖古河床，都与这方面的因素有关，广大地面的低下而平緩，以致地下水面接近地表，也就为排水不暢，造成了有利的条件。所謂河流平衡曲綫異常，实际上也是地形变化的另一方式。

2．气候的原因：降水量多，冰冻期長，蒸發不旺盛，解冻翻漿等，对于东北湿地的形成，自有其重要的影响。

3．地質的原因：又可綜合为下列的三类：

（1）地質構造：如前所謂断層綫上湧出水泉，即屬此类；但由此种成因的湿地，規模不大。

（2）地層滲透性：在砂礫層和粘土層交互沉积的情况下，在透水的砂礫層中往往形成伏流。遇适宜的地形、湧出地表。

（3）新構造运动中的地壳沉陷。

在这三类原因中，最主要的影响范圍最广大的是新構造运动中的沉陷运动，而关系最直的是地層的不透水性，根据日伪湿地調查資料，編繪伪东北湿地第四紀地質柱狀剖面（圖6）。

研究了这些具有代表性的湿地地層柱狀剖面圖所能發現的共同特点是：凡湿地所在地区都有厚度不等（0.1—1.3米）的粘土表層，而这些粘土表層，由于受水植物叢生的关系，大都呈黑褐色，只有少数的例外呈黃色，稍含細砂和石屑，表土層下皆为砂与粘土，砂礫与粘土的互層。

这样就显示出不透水性粘土，尤其含炭質或腐植質的粘土，对于湿地形成的重要性。

（三）黑龙江水系地区的新構造运动問題

从黑龙江水系地区的地形及地質特点看来，黑龙江水系地区的新構造运动是相当显著，据此次观察所及，有下列跡象可資論証：

1．广大湿地的形成与新構造运动：如前所述，湿地的形成可能有許多原因，但如黑龙江中游、松花江下游和烏苏里江下游，寬达数百里那样广大的規模，除了气候因素和地層因素外，可能与該区域地壳的普遍沉陷和地下水面的接近地面有密切的关系。

2．三姓（依蘭）淺灘的形成与新構造运动：三姓淺灘形成的原因，至今尚成

地質上和航运上一个急待解决的問題。根据以前資料及此次实地观察，長达数十公里的三姓淺灘的基盤，主要是中粗粒的黑云母花崗岩，具有走向北 30° 东的节理，被河流推动，往往脫离基岩，堆积成灘，而三姓淺灘的位置又适当走向西北-东南的小兴安嶺山脈横过松花江以与东部山地相連的地方，先成河流（？）的松花江所以未能將河道附近花崗岩割切下去，成为深谷，可能与該区地壳的上升运动有关。

3. 黑龙江和松花江河床复盖層的厚度与新構造运动：关于黑龙江中、上游和松花江下游复盖層的厚度，尙未获得足够的資料，但从河床的平緩、河流蛇曲的情况看来，这种普遍地表示着淤积式的河流，除少数峽谷急流地区外，一般地区河床复盖的厚度，可能是比較大的。据哈尔濱松花江桥 1899 年鑽探記录，深达江面下 26 米的鑽孔尙未达到基岩；又据伯力江桥的記录，鑽孔穿过16米厚的冲积層，尙未遇着基岩。这些零星的事实，都說明了这些河流在这些地帶都有相当厚的复盖層，而这些深厚冲积复盖層的形成很可能与該区下降运动（更确切一点，比較的沉陷运动）有密切的关系。

4. 沿河阶地的發展与新構造运动：如前所述，沿着額尔古納河和黑龙江的兩岸都看到非常完整的阶地，代表着这些河流在新生代末期的間歇性下切及陆地在同一时間內的間歇性上升。这些阶地，影响到攔河壩的最經济的高度和水庫蓄水后淹沒損失可能达到的范圍。

5. 河曲和切下河曲的形成与新構造运动：如前所述，各种河曲現象，無論在海拉尔河、額尔古納河或黑龙江，都是比較普遍的，也正是由于这些河曲形成了航运上的浪費。黑龙江漠河下游和呼瑪下游的巨大弯曲，長达数十里至百数十里，往往需半天到一天时时間才能繞过（参閱圖 7，圖 8）。

从地貌观点看来，这些河曲显分兩种类型：

第一种类型是簡單的氾濫平原上的河曲，近环形或半环形河道与河道之間，只見有近代松疏的冲积層为界。另一种是發育历史更复杂的切下河曲，其蛇曲河道之間的分水嶺是坚固的中生代、古生代或火成岩（主要为花崗岩），換言之，即这种蛇曲已割切于原始氾濫平原之內，从他們的侵蝕旋迴来說，他們是經过了較多一次的旋廻。

从这兩种类型河曲形成的意义来說，他們可能是代表着地壳上不同上昇程度的地区，因为前一类型的河曲，主要見于呼倫貝尔草原的沉降帶中的海拉尔河和額尔古納河；而后一类型主要見于大兴安嶺及小兴安嶺地区的北二太河、阿穆尔河及黑龙江。

6. 新火山現象与新構造运动：較新（第四紀）的火山活动在北安市以北遜河，孙吳及璦琿西南的地区較为显著，据說在此地区不仅有新生代玄武岩流的分布，而且有新的火山錐及在人类历史中火山活动的事实。嫩江广大的新第三紀更新世的沉陷区，可能与苏联吉雅河流域的更新世沉积平原相連属。如果說这种沉陷是由于地壳比重增高所引起，則比重較高的基性岩漿的侵入，可能就是該区下沉的一个主要原因。

7. 局部河道的非常寬广和局部河床的非常平緩与新構造运动：松花江下游、黑

龙江中游和烏苏里江下游，江面寬达数公里以至数十公里，江流平稳得像个長湖的地区，显見与湿地發育的沉陷地帶相符合。

8．呼倫池的扩大与新構造运动：呼倫池及其主源的克魯倫河，从其西南—东北的延長方向看来，完全与額尔古納河的主要方向一致。海拉尔河只是克魯倫河-呼倫池-額尔古納河水系的一个支流，西流滙入干流。但是現在的事实，並不是呼倫池水流入額尔古納河，而可能是海拉尔河經过一帶沼地，有很小部分流入呼倫池，这一水系的变化，可能是新構造运动的反映。

又据历史記載，呼倫池的長度和寬度，在最近50年中，扩大很多（当地漁民甚至謂扩大一倍）。据此次所見的是十余前年前日伪鑽探石油地点，当时在岸上，而現在已在水中，离岸有数十尺之远，淹沒于水面之下。这种巨大的变化，可能是呼倫池附近地壳繼續下沉的結果。

呼倫池水的鹼度不大*，也可証明它以前不是無出口的內陆盆地，沒有出口，只是晚近的地壳变动后所發生的事情。

9．太平溝峽谷的形成与新構造运动。黑龙江中游太平溝古樟附近，北西北南东南的河道橫切走北东北的山嶺，形成峽谷它不仅造成了很好的壩址，而且也标誌着地壳的上升运动。

六．結　　論

根据黑龙江水系的地質背景，主要特点，額尔古納河和黑龙江上中游各壩址的地質情况和黑龙江水系地区所存在的問題，我們主要从选擇壩庫址的观点出發，暫作下列結論：

1．沿着这兩条河流的岩層是比較复杂的，有古生代以前的变質岩类（片麻片麻岩、片麻狀花崗岩、片岩、千枚岩、石英岩、大理岩等），有褶皺复杂的古生代（志留紀、泥盆紀和下碳紀）的砂岩、頁岩和灰岩，以及花崗岩、閃長岩和輝長岩等侵入体，又有中生代的沉积岩类（礫岩、砂岩、頁岩）以及各种复杂的噴出岩类（流紋岩、安山岩、玄武岩等）及火山岩类（凝灰岩、火山角礫岩等），但总起説来，除了有些噴出岩和火成角礫岩外，具有高度滲漏性的或特別軟弱的岩層，尙未在壩址地区發現，这对于建設水电站壩庫址的选擇是很有利的。

2．就地貌發展的情况来說，壩身的高度、水庫的容量，与額尔古納河和黑龙江上、中游的地貌有密切关系。这兩条河流的兩旁，都有沿河阶地的發育，其中有三層阶地，比較显明：

第一阶地高出河面約5—10米，为絕大多数农田及村市所在地，將来修壩壅水所

* 1928年滿鉄中央試驗所分析結果：K^+105.9，Na^+167.6，Ca^{++}25.8，Mg^{++}53.9，Cl^-142.0，SO_4^{--}115.5，HCO_3^-167.9，CO_3^{--}171.8，OH^-14.1，$H_2CO_3$6.5，有机質50.5，总計1,021.5毫克/公斤。









發生的淹沒損失主要以这一阶地的面积为限。

第二阶地高出河面約30—70米，在額尔古納河上游比較低些，因之筑壩的最經济的高度就比較小些；在額尔古納河下游及黑龙江中上游比較高些，因之筑壩的最經济高度也比較大些；总之修壩的最經济高度，从地貌的观点来說，很受第二阶地的高度所限制。

第三阶地及比第三阶更高的阶地已被侵蝕割切成不相連屬的小丘，距河远在数公里或十数公里以外，虽然他們可达河面以上180—200米，但在目前的情况下很难加以利用。

可能利用的壩址区的河谷横断面，一般是由于河流蛇曲向旁冲刷的关系、及河流受地球自轉偏斜的关系，一边是比較陡峻，而另一边則非常緩和。兩岸都陡峭的断面，只有在玄武岩或其他堅固火成岩的台地內才能形成，因之也只有在这些地方兩岸整齐、对称、壩身長度可能較小，为建筑攔河壩造成了有利的地形条件。

3. 額尔古納河和黑龙江中上游各可能壩址的蓄水庫容量受了河床漫灘及第一阶地面积的限制，除了太平溝一帶少数壩址外，其余面积都不很大，加以河床落差一般也不很大，这样就限制了这兩条河流的發电能力；但是就現在的情况看来，这兩条河流可能發的电量將能充分满足兩河流域現在的和若干年后的工業需要是毫無疑問的。

4. 我們必須略談一下建筑石料及复盖層厚度問題，因为这些条件也都可能影响到水电站的造价。

根据我們的初步印象，这兩条河流沿岸粗砂都較缺，尤以額尔古納河上游为甚，而卵石及塊石則在額尔古納河下游及黑龙江中游比較丰富。

第二阶地上風化層和复盖層的厚度，一般並不太大，而河底風化層和复盖層的厚度，現無任何鑽探資料可以加以論証。但从額尔古納河某些地区河流高度蛇曲的老期情况加以推測，这种淤积式的河流，在这些地区，河底复盖層的厚度可能是比較大的；而額尔古納河下游和黑龙江上中游某些地区复盖層可能是比較小的。这些均需今后进一步勘測証明。

5. 关于黑龙江水系地区的矿产問題、湿地問題和新構造运动問題，对于黑龙江水系的綜合开發有密切的关系，今后也应加以进一步的研究。

为了充分利用額尔古納河及黑龙江为中苏兩国人民服务，我們有进一步共同詳細研究这兩条河流所經地区的地質和地貌的必要，我相信在中苏兩国政府和人民的热心帮助下、在中国科学院和苏联科学院的正确領导下、在中苏兩国各方面科学家們的密切合作下，我們确有信心能以完成此項艰鉅而光荣的任务。

大兴安嶺西部額尔古納河根河間地質报告

俞建章 張兆瑾 王文遠 聞 廣

一. 引　　言

黑龙江綜合考察队額尔古納河地質队由苏联及中国双方人員組成之。

苏联方面有科学院副博士卡依柯夫斯基專家（正队長）烏琴柯夫專家，技术員 1 人，一級化驗員 1 人，翻譯 1 人，采集員 2 人，司机 1 人，炊事員 1 人共 9 人。

中国方面有俞建章教授，張兆瑾教授（副队長），工程师聞广，講师業挺松、李錫仲、王文远，实習員叶学祥、郭津年、李西崑、梅竞冬、蔣国源、李永森等 12 名，翻譯 4 人，管理員及事务員 4 人，司机 2 人，收發报务員 2 人，医生 2 人，保衛員 12 人，炊事員 3 人，养馬員 5 人，响导 2 人共 48 人。

野外工作自 7 月 23 日起至 10 月 7 日止共二个半月，除去在苏联小白樺树一帶参观費了 10 天外，眞正工作时間为 65 日。

此次調查分为二組，一組由卡依柯夫斯基与烏琴柯夫兩位專家率領，調查区域主要为哈烏尔河、得尔布干河流域，由黑山头到吉拉林間的額尔古納河右岸以及根河下游右岸一帶。另一組由俞建章、張兆瑾兩位教授率領，調查区域为三河至吉拉林，吉拉林以北的烏馬河株干河及佳嘎打金河与根河間。調查面积兩共約一万二千平方公里。

大兴安嶺西部地質，以前来調查者很少，参考資料頗感缺乏。本区地質复杂，浮盖面广，而需要踏勘范圍过大，每天跑得太快，因之工作显得非常粗糙。在地質上存在着許多問題，还須等待下年看了更多事实来求解决。卡依柯夫斯基專家根据他所見到的写了一分俄文报告，我們中国人員就經过路綫地質情况也写了这分簡报，內容定多訛錯，尙希專家予以指导与糾正。

二. 地　　貌

(一) 地　势

大兴安嶺地处北滿西部，界于嫩江与額尔古納河之間，嶺西河流归額尔古納河，嶺东河流則流入嫩江。嶺的趋向为北 25° 东。据阿乜特（E. E. Ahnert）报告，高度

在1500—1700米(英吉利山高达1,600余米)。沿中長鉄路穿过大兴安嶺寬达200—250公里。

自哈尔濱乘車西行至滿洲里，根据十万分之一地形圖上的等高綫，亦可略窺大兴安嶺的地势情况。哈尔濱本地海拔为150.5米，經松嫩平原至朱家坎，地势漸高約为186米。到碾子山地势驟高，本地海拔为224米。更西行，山势益形高峻，博克圖西舉脫拉站，本地高度为850米，兴安站本地高度为982米，兩者平距約三公里，而高度相差近150米，由此可知坡度之陡。兴安站为大兴安嶺靠近中長路最高之处，越嶺西行，山势漸趋低下，至牙克石本地高度減至670米，与滿洲里本地高度(646米)相差甚小，換言之，由牙克石至滿洲里地势無多变化，所以本地高度相差無几。因此，由西坡东望，显示大兴安嶺地势平緩，但在东坡西望，則頓感地势陡峻。严欽尙同志对大兴安嶺地形，曾繪有断面表示大兴安嶺具有东陡西緩的外貌，这是符合事实的。

（二）冰川地形

大兴安嶺最引起人們注意的是冰川地形，玆分别叙述如下：

1. 幽谷：打开地質部制的十万分之一地形圖，看到大兴安嶺西部谷地与一般河谷不同。在实地观察中，谷地較直而寬，底平壁陡(南側常較平緩)，削切山坡隨地可見，显然这些谷地，是經过冰川作用而形成的，应称之为幽谷。

2. 孤丘：十五里堆西南十公里許，山脊上留有孤丘，長約200米，寬約50米，高約30米，这是冰川作用的殘余。

3. 冰筧：山坡上常見有平滑之斜面，这也是冰流侵蝕的結果。

4. 冰阶：沿下积宝溝南行，道中遇有斜坡，斜坡之下，为一平坦阶地，更前行再遇斜坡，斜坡之下，仍有一平坦阶地，如此重見多次，乃抵达上积宝溝。此种分成几个段落的平坦阶地，显由冰川自高山流下侵蝕而成。所謂斜坡，在冰期时想更陡峻，平坦阶地在冰期时或为一凹地，現則經过長期風化，陡峻已变为斜坡，凹地已变为平地。

5. 冰窖：在兴安嶺东側博根里見有相距甚近的四个冰斗，完好無缺，在本調查区內，尙未見有保存很好的冰斗，但在十五里堆到黑山头道旁山坡上，見有圓形窪地，規模很大，或为冰期时，蓄存冰雪的冰窖。

6. 冰磧石：本調查区內冰川地形，到处皆是，但很少看到側磧前磧，这种原因想系大兴安嶺在冰期之后，不断上升，河流冲刷力强，將冰川停积物帶往低窪处。海拉尔組礫石層常夾帶冰蝕形成的石礫。嫩江兩岸亦分布有冰磧石，这都說明原生的冰川停积多被迁徙低凹地区而作再次之停积。沿中長路各車站站台上舖路石子多来自河灘，即見其中攙有冰磧石。

（三）准平原和阶地等

1．　大兴安嶺准平原：这是大兴安嶺山地最老的侵蝕面。据我院实習生馮家勳而述，中長路之南有名溫泉，其东北約100公里处为大兴安嶺軸部所在，正脊上有孤峰名特尔莫高地为平坦地面海拔1720米，这个最古老的侵蝕面，殆可視为大兴安嶺准平原的殘余部分。

2．　石阶地：由特尔莫高地下行，向西北向西南或向东均可遇到几級阶地，其海拔为1620米，1420米，1200米。在1200米阶地之下，还有海拔較低之阶地。兩阶地間斜坡甚陡約为60—70°。阶地寬度自300米至1000米不等，但阶地时代愈老，其寬度愈窄。这些阶地的生成，可能因为大兴安嶺准平原形成之后，山地不断上升，在上升过程中时而有短期間的稳定，于是隣近河流的兩岸受了流水侵蝕而成此石阶地。在小兴安嶺亦常見有山坡上出現連續的3—10个石阶地。

3．　海拉尔台地：在海拉尔河的兩岸呈現平坦地面，一般高度約为海拔640—650米。台地表層为第四紀海拉尔組和現代停积（詳見地層表）所組成。至于在海拉尔組沉积之前，本地区地形如何尙不清晰。

4．　冲积阶地：沿額尔古納河谷兩旁常有冲积阶地。例如握南托海之西（四卡）：

一級阶地（河漫灘）——高出河面約数米。

二級阶地——高出河面約20米海拔为520米。

（四）大兴安嶺形成时期——見本文地質構造章。

（五）額尔古納河生成时期与發育經过——海拉尔河西流至阿巴該圖折向东北行是为額尔古納河。額尔古納河与西勒卡河在奇干东北会合而成黑龙江主流。額尔古納河的河道是沿着北北东向的断裂帶而發生的。此断裂帶發生于第三紀（詳地質構造章），因此額尔古納河發生于第三紀晚期，殆可無疑。

在額尔古納河畔看到河床紆回，狀如蛇曲，牛軛湖到处可見，显然为一生成已久的老年期河流。但現在河谷仍是狹窄，在四卡与粗魯哈堆間寬度不到二公里，同时河水流速亦頗不慢，殆因第四紀时大兴安嶺地区上升，这一老年河流得仍沿故道下切，有以致此。

額尔古納河兩岸常有沼澤地，因此有人怀疑本地区是在下降。我們認为地面下降頻及地下水而当然發生沼澤，但沼澤發生不一定是地面下降。自苏联学者奧波罗契夫創設的冻土学以后，我們知道北滿冻土帶是确实存在的。冻土帶的厚度少者数米多者且达十数米。冻土坚硬，虽利刃不能入，天空雨水自更不易滲透。額尔古納右岸許多地区成为沼澤，可能因下有冻土無法滲透，但决不能憑此而証明大兴安嶺地区的下降，相反的額尔古納河的老年河流的复活繼續起了下切作用，以及大兴安嶺区的多級石阶地，皆足以說明本山区不是下降而是在繼續上升。

三. 地　　層

本区域內分布最广者为火成岩，变質岩次之，至于沉积岩則鳳毛麟爪，露头極少。火成岩有深成岩淺成岩（岩脈）及火山岩。深成岩主要为花崗岩（蒙古花崗岩和燕山花崗岩），少数地点（嘎拉灣村的东边山）有花崗閃長岩。淺成岩种类不少，例如粗面斑岩閃長斑岩等並有長英岩脈和細粒花崗岩岩脈。这些岩脈侵入蒙古花崗岩中，但多数見于不同地点彼此間先后关系尙不清楚。火山岩在中生代最为發育，經多次噴發基性到酸性皆有之。因噴發不限一处，各地噴發次数和时間不全相同，而中酸性火山岩分布范圍又帶有局限性，所以各地区噴出岩的上下層关系显有出入，在对比上頗感不易，如兩地相距不远，則对比亦非难事。第三紀玄武岩分布較广，流層傾斜甚小，縱經風化后仅成孤丘，然亦易与第四紀玄武岩相区辨。

变質岩系有前寒武紀的各种片岩及片麻岩，与蒙古花崗岩体接近处出現各种花崗質片麻岩。古生代的沉积岩也都受了变質作用，包括有大理岩千枚岩板岩及角岩等类。

沉积岩受了变質后，化石極端难尋，而分布零星，在經过路綫里始終未找到一个比較完整的剖面。中生代噴出岩錯綜复杂，隨地而異。同时我們几組走的路綫相距較远，見一漏十，势所难免，加之每日行程过快野外观察不够仔細，因此我們根据路綫所見，再参考我院实習学生的口述，作下列地層的說明，仅志概略，至于詳細情况，尙有待于下年度野外考察的补充与修正。

（一）前震旦紀——吉拉林系

本紀岩石类型为片麻岩片岩等，出露于額尔古納河右岸吉拉林至叶偷嘎間，片里方向多为北东一南西，惟厚度不詳。片麻岩类东与蒙古花崗岩相距不远，有疑片麻岩片岩等为古生代沉积岩受了花崗岩接触变質的影响而形成的。蒙古花崗岩在本区域內分布很广，自吉拉林南延至得尔布干河下游以北皆有之。烏蘭山至小伊諾盖溝一帶出露古生代的沉积岩，东面与蒙古花崗岩相接触，但未見有如吉拉林一帶之片麻岩片岩。因此我們認为吉拉林附近片麻岩片岩应屬前震旦紀的产物，暫名之为吉拉林系。除吉拉林外，在烏啓罗夫之北烏馬以东亦有此类变質岩。我院学生韓景八在118队第六分队实習謂在烏尔旗汗一帶見有絹云母石英片岩綠泥石石英片岩等，片岩中並具有很多的基性和酸性岩脈。实習生馮家勳在苏河一帶也見到片麻岩片岩，並謂此等变質岩系为片麻狀花崗岩所侵入，上面复以不整合式为含有石燕苔蘚虫等化石的古生代岩層所复盖。

（二）泥盆石炭紀——紅水泉組

自烏蘭山附近南至小伊諾盖溝均为本紀岩層分布地区，包括礫岩砂岩千枚狀頁岩，更上則为泥質砂岩与薄層灰岩的互層，在互層里采有腕足类（Spirifer, Schellwi-

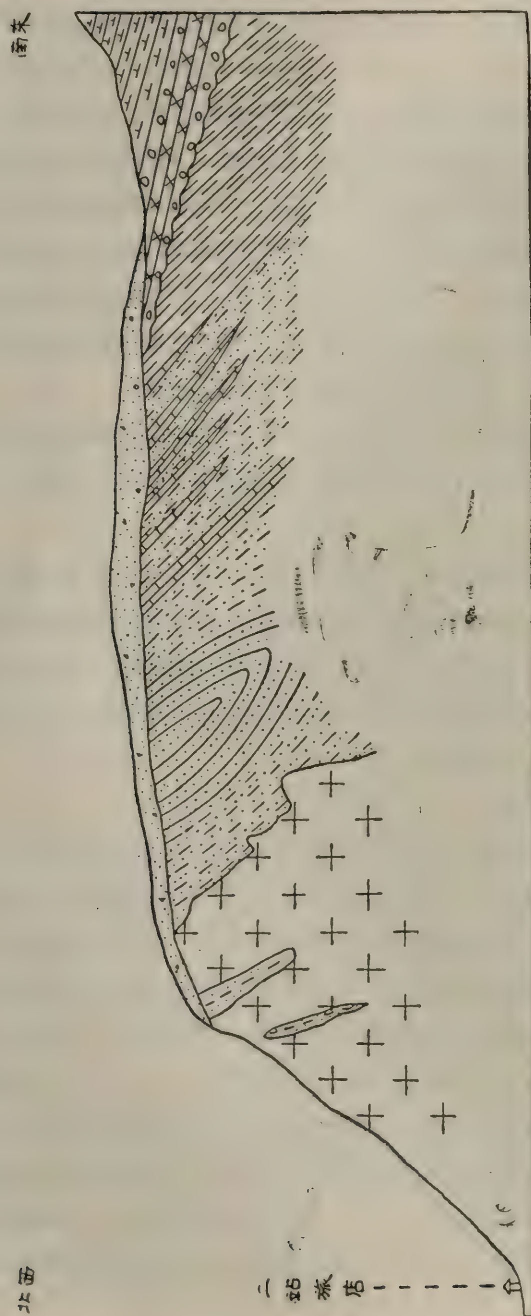
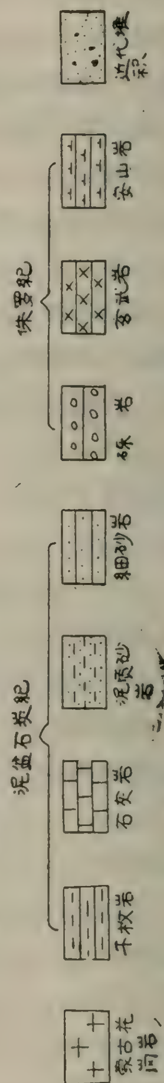


圖 1 二站地質剖面圖

比例尺 1: 1,200



enella）苔蘚虫类（Fenestella）及海百合莖（Crinoidal stems）等。唐世瑜同学在海拉尔北二站附近見有类似的岩層（圖1）*，互層之上更有細砂岩，于互層中發現了类似的化石。除石燕海百合莖外还有蜂巢珊瑚（Favosites）和其他类别的苔蘚虫。实習生田忠在阿尔山地区看到砂質頁岩之上有千枚岩与薄層大理岩的互層，互層里也采获一些蜂巢珊瑚及苔蘚虫类。因这些沉积岩受了区域变質影响，所以化石保存很差，很难作种的鑑定。現就采得石燕一屬外形言之，其內模長不过15毫米而鉸合綫寬达40毫米，与我国古生代已經發現的石燕种类来比較，其时代决不能老于泥盆紀。苔蘚虫标本由陶南生同志就南京古生物研究所圖書之便，初步鑑定有Lioclema，Leptotrypa，Ptilotrypa等屬。据云內部微細構造多已破坏，有的甚至連横板都看不清，难以确切鑑定出来，但从上述几屬来看，一般时代都不新于泥盆紀。將腕足苔蘚虫等类綜合起来观之，含此化石的泥質砂岩与薄層灰岩的互層之时代可能屬泥盆紀。本組厚度甚大，自700—1000米，化石層位約当本組中部，其下部有無前泥盆紀岩層，又其上部是否有石炭二迭紀停积物的存在，非待今后詳加搜尋化石，实無法解决此一問題。

本組初見于烏蘭山小伊諾盖溝間紅水泉一帶，泉水由北东—南西向断層流出，色紅（內含鉄質甚富），远近居民均熟悉其名，因以其名名本岩層为紅水泉組。

（三）侏罗紀

本紀岩層可分二部，下部为陆相停积，相当于扎賚諾尔煤系。上部为火山岩系，名十五里堆組。

1. 扎賚諾尔組：本組最發育处在扎賚諾尔站西数公里处，全部厚度約600米，內含四个煤層群，厚达120米。有侏罗紀植物化石Ctenis uwatokai，Ginkgoites sp.，Podozamites sp.，Pityphyllum sp.等。煤系底部为礫岩層。据我院研究生王德明謂在該層中見有流紋岩等礫石，从前日人曾在扎賚諾尔湖附近鑽深二千余米，尙未穿过流紋岩層。

烏馬以东約九十里之么店北坡本組由頁岩砂岩的互層組成，具侏罗紀植物Podozamites sp.，厚約80—100米。

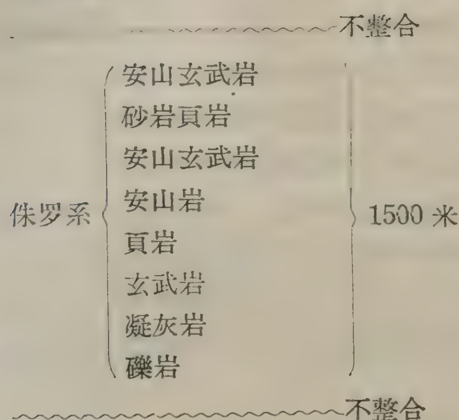
在南陆部見有油頁岩，牙克石森林鉄路70公里站东18华里和三河东北下庫力等处均有侏罗紀煤系（下庫力煤系厚約100米），这些停积与厚度虽在各地稍有出入，然其層位可能都与扎賚諾尔煤系相当的。

么店北坡侏罗紀岩層底部为礫岩層，角度不整合的复在花崗岩之上，礫岩里含花崗岩礫石，此花崗岩当系古生代末期地壳运动的产物——蒙古花崗岩（圖2）。

2. 十五里堆組：本組除了一些頁岩和砂岩夾層外，全部为火山岩，因系多次噴發，各处情况不同，所以岩性与層数，各地显有差異。本調查范圍內得尔布干河以

* 唐世瑜同学供給剖面材料附志于此藉表謝意。

北地区出露最多者为花崗岩，但在得尔布干河以南地区火山岩分布則較广。十五里堆西南霍也特志給谷的火山岩系露头显明，且与蒙古花崗岩和下白堊系的关系也看得清楚，兹根据唐世瑜同学材料略加修訂，由上而下臚列如次：





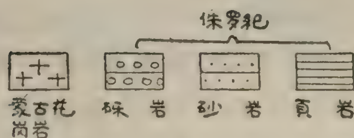


圖 2 烏馬东九十里么店北坡地質剖面圖

比例尺 1: 800

本火山岩系主要为中基性噴發岩，在十五里堆底部礫岩之上为安山岩，但在南首二站附近礫岩与安山岩之間还見有玄武岩。唐同学謂在本組上部頁岩中會找得侏罗紀植物化石，我們虽未看到，然以地層关系推之，本組可能是屬于侏罗紀。实習生謝新發在三河附近見有类似本組的中基性火山岩，厚达700—800米，下与侏罗紀煤系相接触，上为酸性流紋岩类所复盖。

古生代末期發生地壳运动，在岩層褶皺的同时，蒙古花崗岩侵入，久之高地逐漸侵蝕，而山間盆地則有侏罗紀煤系的停积，迨火山噴發，岩流掩复于各种岩層之上，

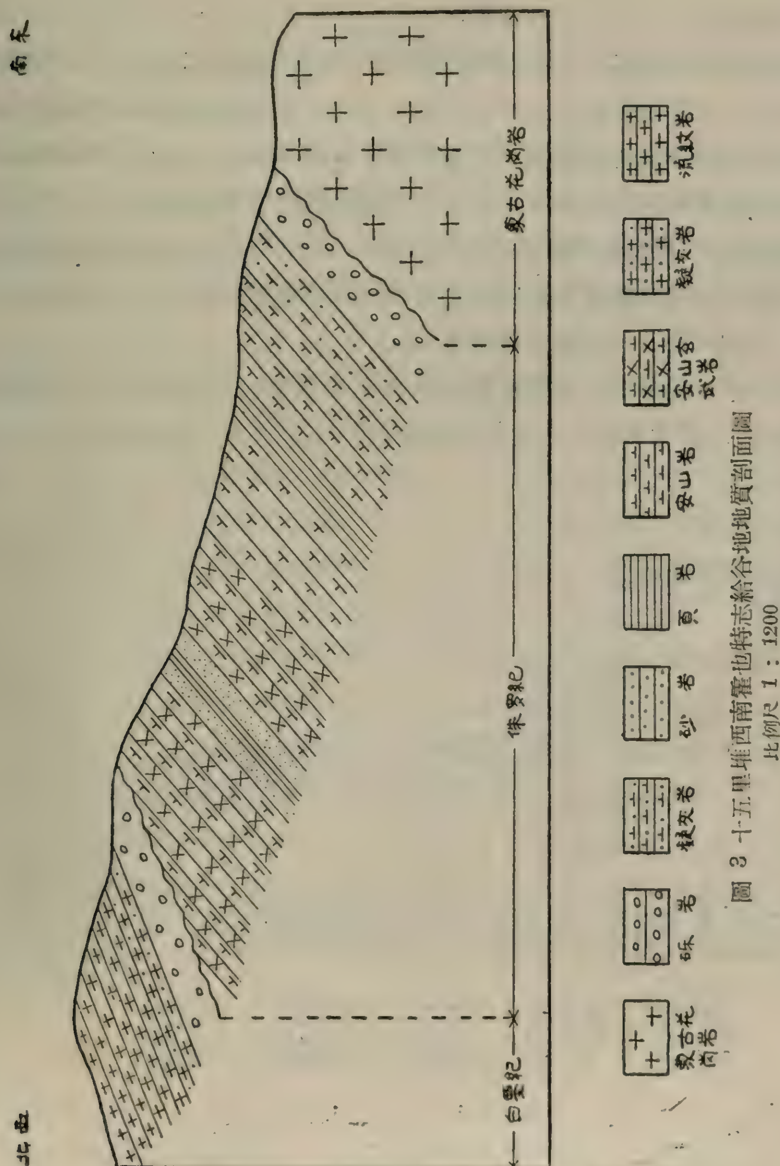


圖 3 十五里堆西南霍也特志給谷地地質剖面圖
比例尺 1：1200

所以現在看到本組火山岩系在二站不整合于古生代地層上面（見圖1），在十五里堆盖在蒙古花崗岩上面（圖3），在三河附近則以平行不整合式位于侏罗紀煤系之上。

据南托海屯之南約八公里有名郭固到阿拉山为安山岩所組成，見有細粒的花崗岩成岩脈狀侵入于安山岩中，花崗岩脈里还夾有老花崗岩礫石，由此可知在侏罗紀火山岩系噴出以后，地壳起了运动，同时有花崗岩的侵入，可能相当华北的燕山花崗岩，所夾帶的老花崗岩礫石諒是来自較老的蒙古花崗岩。燕山花崗岩的晶粒較蒙古花崗岩为細，每成岩脈狀或岩株侵入于老地層或老花崗岩中，分布規模与蒙古花崗岩相比，显得非常渺小。

（四）下白堊紀

在八卡保罗根斯克溝西口附近，本紀岩層自下而上为礫岩砂岩及細砂岩等。礫岩与較老地層的关系（老地層未露出）以及厚度均不詳，但在礫岩中見有安山岩礫石，显然的本紀岩層与安山岩間有一間断。于細砂岩中采有 Estheria sp.，查 Estheria 一屬在地層上分布自泥盆紀至近代均有之，唯产于石炭紀—下白堊紀較盛，嫩江頁岩（下白堊紀）富含此屬，在更新地層中至今尚未發現，然則將八卡所見岩層与嫩江頁岩相比較或無問題。黄良同学曾于头站附近亦見有相似的岩層与化石，此外在砂岩之上更見有凝灰岩、流紋岩等，全部厚度將近千米。

土崙堆屯东北三公里許，山腰处为侏罗紀安山岩等，傾角平緩，山巔全屬流紋岩，傾角更較小，兩者間显有一角度不整合存在（圖4），此流紋岩与头站所見可

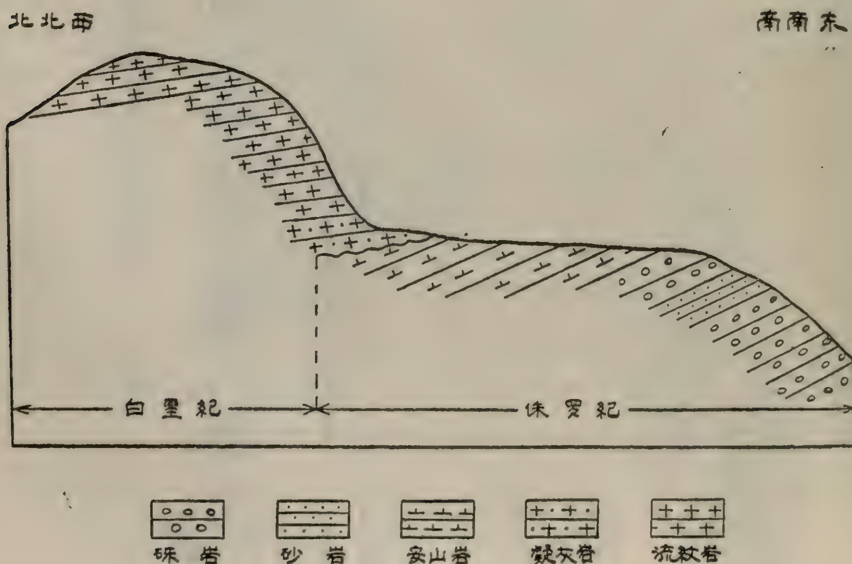


圖4　土崙堆屯东北3.5公里地質剖面圖

比例尺 1: 1000

能同为下白堊紀的噴出岩。

流紋岩分布面积不小，在头站，十五里堆至黑山头中，嘎拉灣到依里尼斯，依里尼斯与土崙堆屯之間沿途均可見其踪跡。在达賴湖（呼倫納尔）畔所見流紋岩的流紋非常清楚，但下白堊紀流紋岩流紋構造不太显著。其次，下白堊紀流紋岩露出位置每在山的高处，这也說明其地質时代是較新的。

流紋岩之上，在我們經过路綫里，未見其他岩層，今后野外工作須注意流紋岩上面的时代較新之白堊紀地層。

（五）第三紀——玄武岩

在本区域的东南自三河至根河間，玄武岩零星散見，分布甚广，各地厚薄不等，最厚处約 300 米，流層傾斜很小，常具气孔結構有蛋白石及瑪瑙等塡充其中。畢拉尔河以北玄武岩的节理發育特好。

第三紀玄武岩与中生代火山岩系接触处，在我們路綫所經，始終未曾看到。按土崙堆东北的下白堊紀流紋岩傾斜角度虽小，然在十五里堆及头站附近所見下白堊紀流紋岩流層傾角則較大，約在 20—30° 間。至于第三紀玄武岩流層傾角确是很小，由兩者傾角的不同，可以推知第三紀玄武岩或与白堊紀火山岩系是具有角度不整合的关系。

玄武岩上面和下面究竟还有些什么其他第三紀停积物，須待今后野外工作再注意及之。

（六）第四紀——本紀岩層由二部分組成，下为海拉尔組，上为現代停积。

1. 海拉尔組：上段是具有層理的粘土，下則为石礫粗砂細砂的互層。礫石層中常含冰蝕磨面的石礫，前人在礫石層里采得更新世的毛象犀牛等类的牙齿。本組厚約10—40 米。海拉尔台地就是海拉尔組停积物的分布所在。

海拉尔組与第三紀玄武岩接触关系不明。第三紀玄武岩流層傾角虽很小，然終非水平，說明第三紀喜馬拉雅运动时期本区山地發生撓曲与断裂作用，大兴安嶺不断的上升致使凝固的玄武岩流很难繼續保持水平狀态。至于分布在海拉尔台地上的更新世停积物層理是看不出有傾斜現象。二者之間可能有角度不整合存在。

2. 現代停积包括冲积層坡积物及風砂等。冲积層的厚度不定，隨地而異，薄者不及半米厚者可达数米。花崗岩陡坡例如自兴屯附近及其他峭壁之下每有坡积。海拉尔台地上堆有風砂，这些物質来源均出自本地的海拉尔組停积物，經風力不断的吹移聚集，每成小型砂丘。

四. 地 質 構 造

（一）海西运动

二迭紀末本区造山运动劇烈，發生褶皺及断裂，並有大量花崗岩侵入。此后海水

退出，全区成为陆地。所見下列几处的背斜軸向，大致为北东40度上下，断裂方向为北西，与軸向近垂直。

1. 紅水泉背斜：在紅水泉之南有背斜，軸部出露石英質礫岩，西北翼皆为泥盆石炭紀岩層，向西北傾斜，东南翼也由同样岩層組成，向东南傾斜，軸向北东。

2. 二站向斜：二站西南約四公里处，上古生代（泥盆石炭紀）地層受了褶皺成向斜。上复中生代火山岩系，更有海西花崗岩侵入泥盆石炭系中。褶皺軸近北东。

3. 十五里堆背斜：自二站至十五里堆見到断續的蒙古花崗岩露头，十五里堆东北仍見有此花崗岩之踪跡，分佈方向約为北东四十度。古生代沉积岩和中生代火山岩分布于花崗岩露头之兩旁，在西北側岩層傾向北西，在东南側者，則向南东傾斜。二站十五里堆一帶，显为背斜構造，蒙古花崗岩出露近背斜軸部。

4. 七卡附近断層：紅水泉背斜东北延至七卡附近忽然中断与蒙古花崗岩相接触，兩者間显有一断層，断裂处作北西-南东向与紅水泉背斜軸向几相垂直，此断層当屬張力破裂。

（二）燕山运动

燕山期造山运动，不似海西运动之剧烈。燕山花崗岩侵入于海西花崗岩或中生代火山岩中，其規模分布范圍远較海西花崗岩为小。在华北地区，燕山运动原分二幕，本区尙未見到上白堊紀岩層，而在郭固到阿拉山所見燕山花崗岩岩脈仅侵入于侏罗紀安山岩中並無上限，因此燕山花崗岩侵入与褶皺时期，究屬燕山运动一幕抑为二幕，尙难确定。燕山运动造成的褶皺軸多为北东30—35°方向。

1. 郭固到阿拉山背斜：郭固到阿拉山由安山岩組成，其噴出似不止一次，下部接近酸性火山岩，上部則显示基性較大类似玄武岩，二者間夾有火山角礫岩，流層走向为北30—35°东，傾向北西，傾角50°。在郭固到阿拉山的东側約五公里，有山無名，亦为相似岩石所組成，流層走向近北40°东，但傾向为南东，傾角亦在50°上下。

郭固到阿拉山与無名山兩者相距不远，岩性大致相彷彿，走向几相同，而傾向則恰相反，由此可知二者可能为褶皺的兩翼，其褶皺軸約为北35°东。燕山花崗岩作脈狀侵入，其走向为北东30°上下。

2. 查哈陽附近的背斜：在諾敏河下游东南距查哈陽約数公里許出露侏罗紀沉积岩，褶皺成背斜，軸向在北东35°以上。此背斜原不屬本調查区域內，为說明燕山运动構造綫方向，特引証于此。

（三）喜馬拉雅运动

本期运动以撓曲与断裂为主，經本期运动大兴安嶺乃开始形成。

1. 大兴安嶺撓曲与断裂：在燕山运动之后地壳相当稳定，經过長时間的侵蝕作用，遂造成大兴安嶺准平原。严欽尙同志謂"大兴安嶺准平原削平早期玄武岩，其

形成的时間当較早期玄武岩为晚”，但未說出足以証明的事实。据田忠同學在阿尔山东南大兴安嶺正脊上，見有第三紀玄武岩，經准平原化作用已成为平坦台地。如所見确实，則大兴安嶺准平原形成时期，确在第三紀早期玄武岩噴發之后。准平原形成后，經喜馬拉雅运动大兴安嶺軸部乃沿北北东-南南西方向逐漸上拱，东西兩側經撓曲而成斜坡。惟东側坡度較大且在撓曲过程中碾子山等处發生与大兴安嶺軸向几相平行的断裂，因此大兴安嶺东坡更显得陡峻。

2. 額尔古納河断裂：在河的左岸小白樺树（苏联境內）附近，白堊系之上复盖有第三紀砂岩礫岩及玄武岩，傾向南东，向額尔古納河延伸，但在河的对岸（中国境內）出露的是前震旦紀的片岩片麻岩，由河兩岸岩層的对比，显然河流所在实为一断裂地帶。本处断裂方向，也是北北东-南南西。

李四光先生曾謂山东辽东兩半島以及朝鮮等地有許多大小裂隙，其中至少有兩組的裂隙，一組的方向大致为南南东，另一組約为北70°东，这兩組扭动破裂面，是受挤压而發生的；並謂这种压力的方向，大致为北60—70°西，南60—70°东。李先生的意見拿来解釋本地区的構造是适合的。在第三紀中新世以后，大兴安嶺准平原所以能够上拱成为北北东-南南西趋向的山脈，还是因为有水平压力来自北60—70°西，和南60—70°东，否則只憑上下运动的力量，也不易造成象现有一定趋向的大兴安嶺山脈。因此本地区發生北60—70°东和北20°西上下的兩組破裂帶，是应該發生而不是偶然的。根据阿乜特（E. E. Ahnert）五大連池附近有許多保存完好的火山丘，其位置都排列在北东-南西及北西-南东兩个構造綫上。按小兴安嶺一帶，最新的火山噴發，是在第四紀更新世中叶。这兩个交叉的構造綫，可能是地壳在第四紀受南北二方的压力后所發生的兩組扭动破裂帶，所以岩漿得沿此破裂处而噴發地表。大兴安嶺一帶如鉛鋅瑩石等中溫和低溫热液矿床，多生成于破裂帶中，为指出今后找矿方向，我們对上述几組不同方向的破裂帶应該特別注意。

五. 大兴安嶺西部地質發育史

1. 本地区在古生代时可能屬蒙古地槽范圍。內蒙錫林郭勒盟有下古生代厚度甚大的沉积物，包括石英岩硬砂岩矽質板岩矽質灰岩等，並有加里东期的花崗岩侵入体，本地区內是否有下古生代沉积和加里东花崗岩，現尚未能証实。

2. 上古生代时本区域沉积岩厚度頗大，主要为碎屑岩內有石灰岩夾層，仅于中部發現泥盆石炭紀化石。化石如腕足珊瑚及海百合莖等均为淺海生物。由沉积物及生物来看，本区域应为地槽区較淺部分。由下而上，沉积物从粗变細，說明本区地盤有逐漸下降趋势。繼則海底上下动盪不定，遂造成泥質砂岩与灰岩之互層，最后地盤稍上升，乃有細砂岩之停积。

3. 古生代末發生海西运动，蒙古地槽褶皺，本地区自不在例外，褶皺軸为北东

向。古生代沉积物都受了变質作用，但变質程度深淺，各处倘有不同。同时蒙古花崗岩大量侵入，尤以在根河以北地区分布最广。

4．三迭紀停积未曾發現。

5．在中侏罗紀，煤系生成于山間盆地，惟煤質不佳，多成褐炭，有些地区本紀岩層中含有油頁岩。下侏罗紀情形不明。

6．侏罗紀晚期火山作用最为活动。火山岩系中常夾有薄層沉积岩，說明火山噴發是多次的。噴發岩的性質，先后不一，似由基性遞变为中性，至下白堊紀則成酸性的流紋岩。各地噴發的时間与次数，不尽相合，岩性变化，亦至复杂。侏罗紀后地壳發生运动，有輕微褶皺，軸向北东30—35°。

7．下白堊紀早期，地壳稍稳定，有湖沼停积。在湖沼停积里，采有淡水动物叶肢介。在苏联小白樺树（額尔古納河左岸），产生菱鉄矿，規模很大。下白堊紀中晚期，火山再形活动，噴發岩多为酸性流紋岩，流紋不甚显著。上白堊紀停积，尙未見到。

8．中生代晚期花崗岩侵入于蒙古花崗岩中。有时作岩墻狀侵进侏罗紀火山岩內，岩墻走向为北30°东。

9．第三紀前期有玄武岩噴出，复盖在老地層及蒙古花崗岩等之上，經長时期的侵蝕作用，促成准平原化。到第三紀后期，大兴安嶺地区經撓曲作用，逐漸上拱而成北北东向的大山脈。同时發生同向的局部断裂，玄武岩再随之噴出地表。

10．更新世气候酷寒，冰川遍野，遂造成冰谷及其他冰川地形。冰期后气候轉热，海拉尔組停积中产有毛象及其他各种脊椎化石。更新世中叶火山作用又起，玄武岩漿湧出，北滿火山丘星罗棋布，至今尙完好如故。

11．大兴安嶺山地自第三紀形成后，直至第四紀，均在不断的上升，因此山坡常有多級的石阶地，河谷中亦有几級的冲积阶地。大兴安嶺山地現仍在繼續上升中。

六．岩　　石

大兴安嶺地区是岩漿岩和火山岩系極發育之地区。为叙述方便起見，暫將工作范圍划分为兩个地区，即北部吉拉林地区及南部三河地区。前者包括吉拉林烏啓罗夫及烏馬附近，而后者相当于大兴安嶺西坡之中部一帶。

岩漿岩类以花崗岩为主，广泛分布于北部地区，其中以三河之北至吉拉林及烏馬間为最發育。至于三河地帶及其南如二站，十五里堆及郭固到阿拉山等地只有零星出露。总的說来出露面积甚广，呈北东向分布。花崗岩类在結構上主要有粗粒及細粒之分，顏色上有暗灰色及肉紅色之別，而成分上的显著差別則为黑云母及石英含量之不同。粗粒花崗岩一般多为暗灰色或淺色。常具斑晶（主要为鉀長石）。石英及黑云母含量較多，前者透明程度較差，常呈灰色。細粒花崗岩以肉紅色者最为多見，一般不見

斑晶出现，黑色矿物几乎不見。

变質岩出露于北部地区，有片麻岩片岩等类。在他处还有由古生代沉积岩变成的如千枚岩、板岩、角岩大理岩等。其变質較深者多分布于花崗岩侵入体附近。

火山岩系主要發育在三河地区，向北东延至大嶺一帶，此外在海拉尔北如头站，二站，十五里堆以及郭圁到阿拉山一帶亦有出露。岩石类型較复杂，主要有安山岩、玄武岩、流紋岩、粗面岩及各种凝灰質岩石。

沉积岩分布很少，尤以古生代以后未受变質作用的沉积岩为最稀，未变質沉积岩仅在吉拉林北，三河之西及根河南岸等处偶見少許露头，主要岩石类型有礫岩砂岩，頁岩及高嶺土質粘土等。

（一）变質岩系

变質岩系主要分布于北部地区之吉拉林一帶，分布面积並不广泛，以吉拉林为中心南至叶嵛嘎附近，北达烏啓罗夫以北，組成額尔古納河之右岸，大致呈北东方向之条帶狀分布，向东延伸不大，即与花崗岩侵入体相接触。

1. 片麻岩类 皆为花崗質，包括有眼球狀花崗片麻岩，及縞狀花崗片麻岩。

眼球狀花崗片麻岩——多为淺紅色或肉紅色，粗粒狀具有显著之眼球狀及片麻狀構造。矿物成分以石英、長石及黑云母为主。副矿物有白云母，榍石，电气石等。

石英：無色透明（标本呈灰色），具波狀消光及显著之变形現象，並呈鑲嵌結構，有时呈破碎狀。

長石：以微斜長石为主，其次为斜長石。前者多組成眼球狀構造，有明显之格子狀双晶，岩石标本是肉紅色，即因有此种長石之存在。

云母：黑云母为主要黑色矿物，以不均匀狀分布于岩石中，与变形之石英顆粒共同構成了显著片麻狀構造。白云母仅占附屬地位。二者皆呈不規則片狀之他形晶。黑云母常轉变为綠泥石。

縞狀花崗片麻岩——产于花崗片麻岩中，或位于眼球狀花崗片麻岩附近，亦或靠近花崗岩侵入体。其成分为花崗質，在岩漿注入过程由于黑色矿物（主要为黑云母）及淺色矿物（長石，石英）之分别集中結果而構成了条帶狀構造。

除上述二种主要岩石类型外，由于矿物組合之不同，尙有黑云母花崗片麻岩及电气石花崗片麻岩等。

2. 片岩类 片岩类仅分布于北部地区之烏啓罗夫附近，吉拉林及其以南的靠近額尔古納河一帶。片岩类一般为片狀構造，而結晶力較强之矿物顆粒則形成了变斑狀結構。

除石英，長石及黑云母等主要矿物外，並有角閃石，柘榴石，紅柱石及藍晶石等，次要矿物及副矿物有榍石，絹云母及磷灰石等。片岩类之岩石类型有：黑云母片岩，角閃石黑云母片岩，石英片岩，絹云母石英片岩，柘榴石片岩，藍晶石片岩及紅

柱石片岩等。

3. 千枚岩及板岩 千枚岩仅在北部地区之佳嘎打，烏啓罗夫吉拉林附近及其他地点見有少量露头。板岩更少，在烏啓罗夫見板岩与千枚岩伴生。

千枚岩之薄片里構造很明显，多为灰綠色。片里面之薄鱗片狀絹云母具較强之油脂光澤。千枚岩之矿物成分除絹云母外並有長石及石英，而在董青石千枚岩中則含有董青石。板岩中除少量石英，長石外，並有較多量之碳質成分。

4. 角岩类，見于二站，十五里堆及北部之佳嘎打。标本为暗色致密狀，在显微鏡下可見角岩結構，長石及石英等矿物皆为粒狀，很少有变斑狀結構。主要类型有黑云母角岩，电气石角岩及角閃石黑云母角岩。

5. 大理岩 主要分布在北部地区之烏啓罗夫一帶，因与花崗岩侵入体相接触，成为塊狀之白色純大理岩，有的含有其他混入成分，遂形成了矽化大理岩，橄欖石大理岩及矽灰石大理岩等。

（二）花崗岩

大兴安嶺地区之岩漿活动很复杂，花崗岩分布甚广泛。我們初步观察，認为大兴安嶺地区至少应有兩次主要的花崗岩漿活动。一为粗粒黑云母花崗岩，一为中粒至細粒之紅色花崗岩。前者分布面較最广泛，且有直接与上述变質岩系之片麻岩类及大理岩等相接触，其上被火山岩系所复盖。至于肉紅色花崗岩分布范圍不大，皆为小型侵入体之零星出露。此类花崗岩侵入于火山岩系中。

1. 粗粒黑云母花崗岩 为暗灰色或灰色，有时呈淺肉紅色， 粗粒狀，矿物顆粒皆为等粒狀之鑲嵌結構，有时有斑狀結構。

矿物成分以石英（有时呈波狀消光）在标本中为灰色或暗灰色，鉀長石（条紋長石及微斜長石为主）及黑云母为最主要。具斑狀結構者其斑晶皆为微斜長石，有时为条紋長石。除上述矿物外並有更环長石及少量酸性斜長石。副矿物則有榍石，磷灰石及鋯英石等。

黑云母花崗岩之結構及矿物組合由于地区之不同而略有改变，如更环長石有时不甚發育，斑狀結構亦常不出现。此花崗岩普遍的与变質岩系相接触。其时代可能为海西期之产物。

此种花崗岩当与前中生代岩層相接触时，在岩体的边緣部分花崗岩常具片麻狀結構。

2. 肉紅色細粒花崗岩 主要見于十五里堆及額尔古納河岸酒店以北至水磨溝皆为小型侵入体。在該溝东端根据岩石結構与矿物成分的不同，推断此花崗岩是侵入在上述粗粒黑云母花崗岩中的。此外在公路上亦見有肉紅色細粒花崗岩脈侵入其中，在杜博威东南此类花崗岩脈又侵入于凝灰砂岩中，故此花崗岩之形成时期当較晚。花崗岩的特征一般为肉紅色，多为自細粒至中粒之等粒狀， 常具文象結構而成文象花崗

岩，但未見斑狀結構者。矿物成分以石英，鉀長石为主。次要矿物以酸性斜長石为主，黑云母仅占微量。副矿物为榍石。

（三）火山岩系

1. 玄武岩类：本区中生代及新生代均有玄武岩，第三紀基性噴出岩，多为不連續的零星出露，主要分布在三河地区，西南至奇洛圖一帶，向东延伸至根河以北及大嶺附近。

矿物成分以中性斜長石及拉長石为最主要，此外有輝石及橄欖石，后者常轉变为伊丁石，蛇紋石及綠泥石等次生矿物。

玄武岩类标本皆为黑色及暗色。呈致密塊狀，或具气孔結構。鏡下观察为微晶質，多具斑狀結構，斑晶以斜長石为主並有少量輝石及橄欖石。長石晶体常显流动結構。具气孔結構者其中塡有髓石及瑪瑙等矿物。

玄武岩类之后期变化甚發育，即其中長石常轉变为方解石，而橄欖石則变为伊丁石，氧化鉄，蛇紋石，方解石等，其它暗色矿物常变为綠泥石。次生的碳酸鹽常交代石基及斑晶，或塡充气孔中，而綠色矿物則常浸染全部岩石使呈暗綠色。由于后期变化常使岩石变成暗色。另外有时在气孔中見有孔雀石綠之充塡及渲染。

玄武岩类还有中生代的安山玄武岩。与玄武岩不同处在拉長石及橄欖石，輝石等矿物較少，中性斜長石則較多。

2. 安山岩类：安山岩类为火山岩系中最發育者。主要分布在三河地区，西起得尔布干河，南达海拉尔，东經杜博維延至根河及大嶺以北。

安山岩类有淺色暗色之別，前者为淺紅色或淺紫色，而后者为黑色及暗灰色。結構有致密塊狀，斑狀及气孔狀三种。多为全晶質、石基为隐晶質及微晶質，斑晶晶体較大，流动結構显著。后期变化虽有出現，但一般不如玄武岩类者之强烈。安山岩类之气孔中亦充有髓石，石英。瑪瑙及方解石等矿物，有时則被綠泥石浸染。

主要矿物成分有中性斜長石，更長石，有时有石英。暗色矿物有角閃石及黑云母，偶有微量輝石及橄欖石。

在显微鏡下观察，常常發現安山岩类中含有玄武岩类之碎屑。如在三河东加布果斯溝及三河至海拉尔公路上根河北岸之安山岩中皆含有玄武岩类之碎屑。

安山岩类之岩石类型有：較基性的安山岩，普通安山岩，黑云母安山岩及石英安山岩等，其中以前二者为主，且常具后期变化及显著之流动結構。其次为黑云母安山岩，而石英安山岩則較少。

3. 流紋岩类：在嘎拉灣至依里尼斯屯之間呈北东方向分布，此外在三河区及头站，二站，十五里堆，郭固到阿拉山等地仅見少許露头。

流紋岩之顏色有灰白色，灰色及肉紅色三种。矿物成分有石英，長石及少量黑云母。長石中除斜長石外並有透長石。次生矿物以絹云母为主。

所見之流紋岩皆呈斑狀結構，斑晶为石英及斜長石，有时含有透長石及少量黑云母。石基或为隐晶質，或由重結晶作用及去玻璃化作用而形成的微晶質之石英及長石顆粒所組成。經后期变化之流紋岩具有显著之定向結構，並有多量黑云母出現。根据后期变化可分为正常流紋岩及变化后之流紋岩。

正常流紋岩之石基为隐晶質及非晶質，具有清楚之流紋結構。石英斑晶常有融蝕現象。

变化后之流紋岩，主要分布在嘎拉灣至依里尼斯屯間，此外在吉拉林区之烏啓罗夫之东亦見有少量分布。由于显著之后期变化而产生大量絹云母。石基經重結晶作用則呈微晶質之霏細狀結構（或角岩狀結構），其显著之定向結構乃为应力（或側压力）作用所致，石英斑晶亦因而变形或呈波狀消光。

其它噴發岩：除以上所述者外尚有黑曜岩，粗面岩及凝灰岩系。前者見于嘎拉灣，三河及自兴屯，出露很少。所見之黑曜岩皆为致密塊狀，油脂光澤較强，鏡下观察見有斑狀結構，斑晶为透長石及斜長石，有时有黑云母或偶見角閃石。石基为玻璃質，並具髮狀雛晶結構及珍珠狀裂隙結構。

4. 粗面岩：多为紫色及灰色，斑晶除透長石外偶見微量酸性斜長石及黑云母。石基为隐晶質。粗面岩很少見到，仅在八卡溝及自兴屯見有少量露头。

5. 凝灰岩类：虽呈零星分布，但在上述火山岩系之主要分布地区皆可見到凝灰岩类之露头。其成分复杂，除凝灰質及矿物成分外並含有安山岩及玄武岩之碎塊。就成份分之，有流紋質凝灰岩，安山質凝灰岩等，而就結構分之有凝灰岩，凝灰角礫岩及集塊岩等各种类型。

总結以上所述，根据大兴安嶺地区岩石特点之观察，可提出以下几点初步推論：

1. 花崗岩之时代問題：仅以所見之穿插关系可肯定本調查地区至少有兩期花崗岩漿之侵入，其一为海西期的粗粒黑云母花崗岩，另一应屬燕山期的肉紅色細粒花崗岩。

2. 火山岩系之噴發順序：以火山岩系之岩性来說，为基性至酸性之岩石，其噴發順序是复杂的。根据前述鑑定結果常發現在安山岩类中含有玄武岩类之碎屑，而流紋岩中又見有安山岩类及玄武岩类之碎屑，至于凝灰岩中更普遍的含有安山岩类及玄武岩类之碎塊。由于这些关系可以認为大兴安嶺地区之火山活动並非單一之噴發，而是复杂的多次噴發。此不仅表現在各火山岩类中相互含有不同岩石碎屑之特征，同时各岩石类型普遍的存在着不同程度之后期变化亦与多次噴發而引起之热液活动有关。故作者認为大兴安嶺地区火山岩系之噴發次序应該是首先为大量岩流之湧出，繼之而有火山灰之噴出，最后复以岩流之湧出而告終。岩流之順序是：玄武岩类——安山岩类——（粗面岩）——流紋岩（包括黑曜岩）。

七．矿化現象及矿点

根据56年踏勘的結果，地質部118队的材料及前人的旧資料加以粗略的綜合分析，对区域的矿化作用簡要評述如下：

区域內及附近已發現的矿化有內生岩漿期后的及外生的。在矿种的方面主要的有鉄、金、多金屬、螢石及鉬、其他尙有鎢、錫、汞等。

結合区域地質構造来看，本区域屬于海西褶皺区，在海西运动时並造成了哈烏尔河一帶大片的花崗岩类侵入体，而在燕山运动时区域也受到了一定程度的影响，同时並有燕山运动的花崗岩类小侵入体的侵入。就矿化的区域分布情形，可將本区分为东北-西南向的三个地段，分别叙述如下：

（一） 西部地区

本区主要出露有古老的結晶岩系及泥盆石炭紀的紅水泉組和大片的海西花崗岩，中生代的沉积岩在某些窪地中呈零星出露。

本区与苏联境內的濱額尔古納河地帶共同構成一个地背斜，中国境內是这个地背斜的东部地段。

在本区所發現的矿化主要是鉄和金，另外在重砂中还有少量的鎢、汞、錫等。

1. 鉄：就原生矿化考慮，鉄应有內生岩漿期后的与外生的二种。內生岩漿期后的鉄矿化，现在地表所發現的大部分是褐鉄矿，其原生矿石究竟是以鉄为主的矿石或是其他硫化矿石，目前無法断定，尙須作进一步的工作加以証实。这些褐鉄矿化大部产生在泥盆石炭紀紅水泉組岩層分布的地区，並且伴随着褐鉄矿化的，往往还有强烈的矽化現象出現。此类鉄矿化地点如下：

（1）烏馬河以东六十五公里处，即阿娘娘北山，褐鉄矿轉石散布在矽化及碳酸鹽化的灰岩破碎帶上，分布面积不广。

（2）吉拉林北二公里的平崗上，有褐鉄矿轉石断續散布在片麻狀花崗岩体之上，延長約一公里。

（3）紅水泉系沿紅水泉組灰岩中破碎帶流出之泉水，水中含有大量鉄質，且其附近数处有褐鉄矿轉石出露。

（4）在佳嘎打附近有群众送来大塊鏡鉄矿标本，据称得自佳嘎打附近，但沿路綫观察时在佳嘎打一帶並未發現同样的矿石。是否被浮土掩蓋，尙待証实。

外生鉄矿化發现于八卡附近保罗根斯克溝北口，所見为褐鉄矿膠結的礫岩殘积轉石散布在下白堊紀砂礫岩層出露地区。就地層層位及矿化性質，与附近苏联境內的小白樺树鉄矿相似。小白樺树鉄矿为下白堊紀底礫岩層中的沉积菱鉄矿石（菱鉄矿以膠結物产出），地下水面以上的矿石已氧化成褐鉄矿。

2．金：一般为砂金，产出在河床上。就各处的附近地質来看，原生矿化可能是产在花崗岩类的黃鉄細晶岩化帶里及前中生代地層的黃鉄矿化地段內。已知的矿化地点如：吉拉林南的英吉干溝。吉拉林东南的积宝溝，六卡以东，烏馬东部，哈烏尔河东岸伊里尼斯西南及佳嘎打南溝等处。

（二）中部地区

本区的地質特征是侏罗紀的噴發岩系广泛分布，断裂構造相当發育，並且常有可能为燕山期的花崗岩类小侵入体出露。已發現的矿化主要是多金屬及螢石。圍岩蝕变除了非常强烈的碳酸鹽化外，矽化和矿染也相当發育。这些矿化的产生常沿一定的断裂構造和在花崗岩类小侵入体之近旁。

多金屬矿化均产在裂隙構造中，其附近常有花崗岩类小侵入体出露，並且矿化常与螢石化伴生。矿化一般以鉛鋅为主，个別矿化点含銅稍多，这类矿化除地質部135队正在勘探的三河矿区外在十五里堆及杜博威附近均有分布。

螢石矿化均以裂隙充塡产在断裂帶中，与上述多金屬矿化之区别为本类矿化帶內基本上沒有或極少多金屬出現。这类矿点在区域中甚多，如三河，十五里堆，上庫力諾地附近均有若干矿化点分布。

（三）东部地区

在本区有許多花崗岩侵入体出露，而鉬矿化的出現就是产在花崗岩类的不大的侵入体中。圍岩蝕变往往是矽化作用較發育，还帶有絹云母化作用。已知矿化点如兴安車站附近及阿尔山南等处。

另外在阿尔山东北尙有鎢矿的情报地，同时118队在区域內作重砂測量时也証实重砂中有鎢、錫的存在。

从以上的矿化种类及分布总結起来可以得出以下几点結論，以作今后研究及找矿时的参考：

1．总的說来区域在含矿性方面，还是富含矿的。內生矿床方面，除了与基性超基性岩有关的矿化並未發現，並且从地質条件上看来也似乎是沒有远景的以外，其他有色稀有金屬及螢石等非金屬矿化均有所發現。在外生矿床方面，除已發現鉄的矿化外，对中生代的沉积盆地在找外生的鉄及可燃性有机岩矿床时是値得注意的。

2．在浜額尔古納地区，除了沿河流应注意砂金矿外，还須了解有無具工業价値的原生金矿存在。在古生代沉积岩分布区並且構造破碎發育的地区，可以注意尋找岩漿期后的鉄及多金屬矿，因为在同一構造單元的苏联境內，这些矿床是存在的，並且其工業价値也已經勘探証实。同时本区在重砂測量时証实有錫、鎢、汞等的存在，因此对这些稀有等金屬也应作一定的注意。

3．在噴發岩系广泛分布的地区，应当注意裂隙構造及花崗岩类小侵入体的存在，結合碳酸鹽化，矽化，鉄染等蝕变現象借以尋找多金屬及螢石矿床。

4. 对于东部地層，看来对于鉬、錫、鎢、等稀有金屬是具有一定远景的，因此在本区今后应注意这些稀有金屬的尋找及研究。



圖 5　額尔古納河右岸綜合地質柱狀圖

比例尺　1：30,000

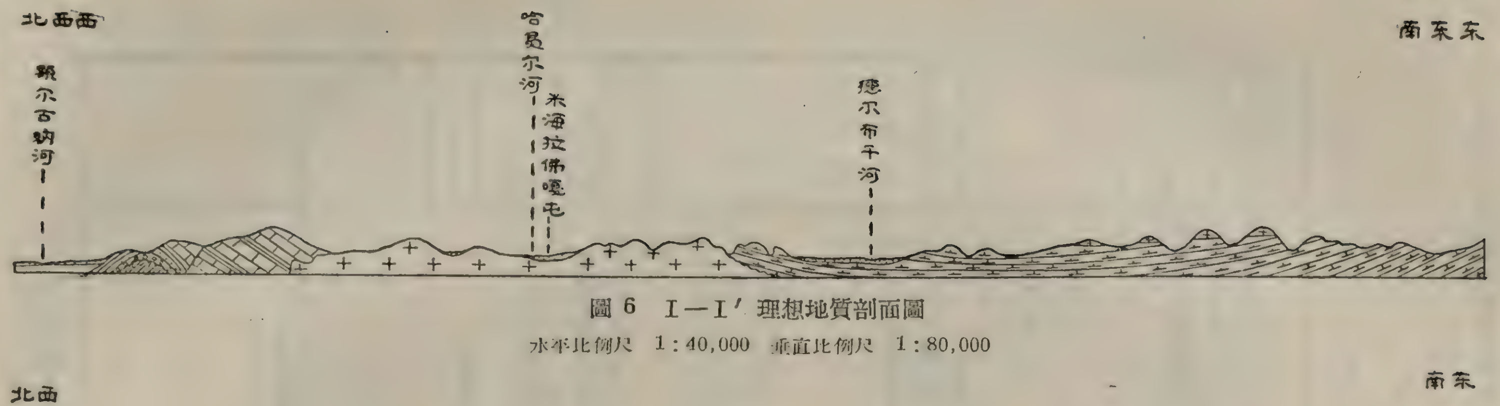
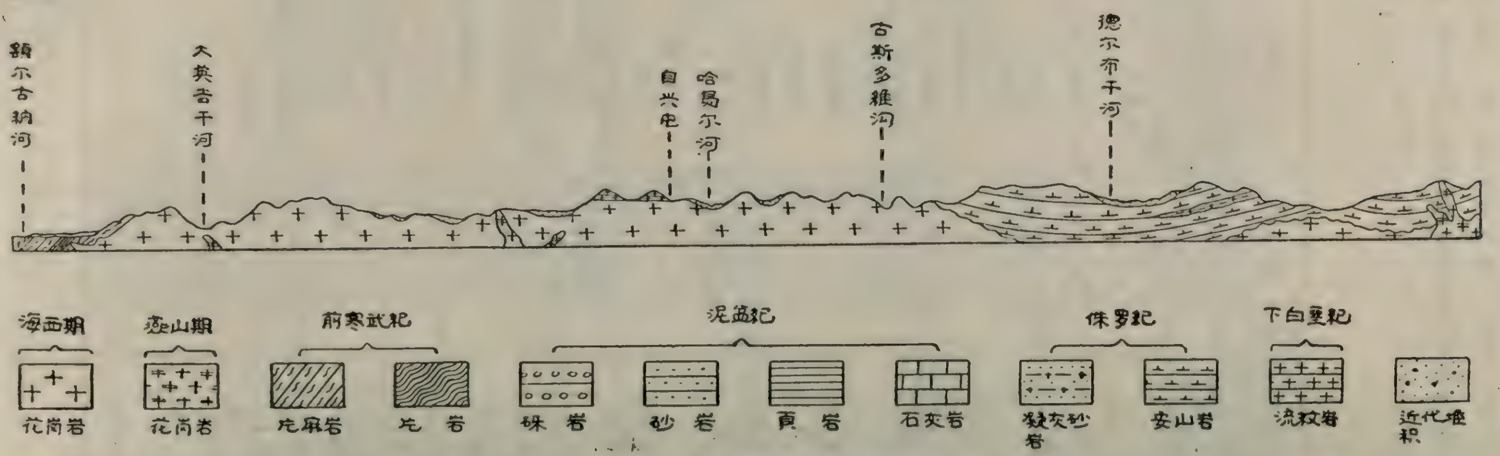


圖 6　I—I′ 理想地質剖面圖

水平比例尺　1:40,000　垂直比例尺　1:80,000



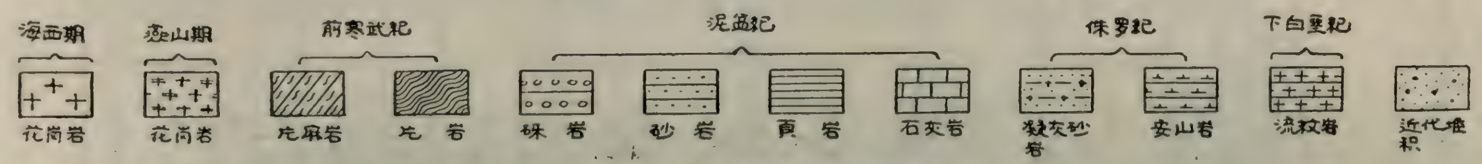
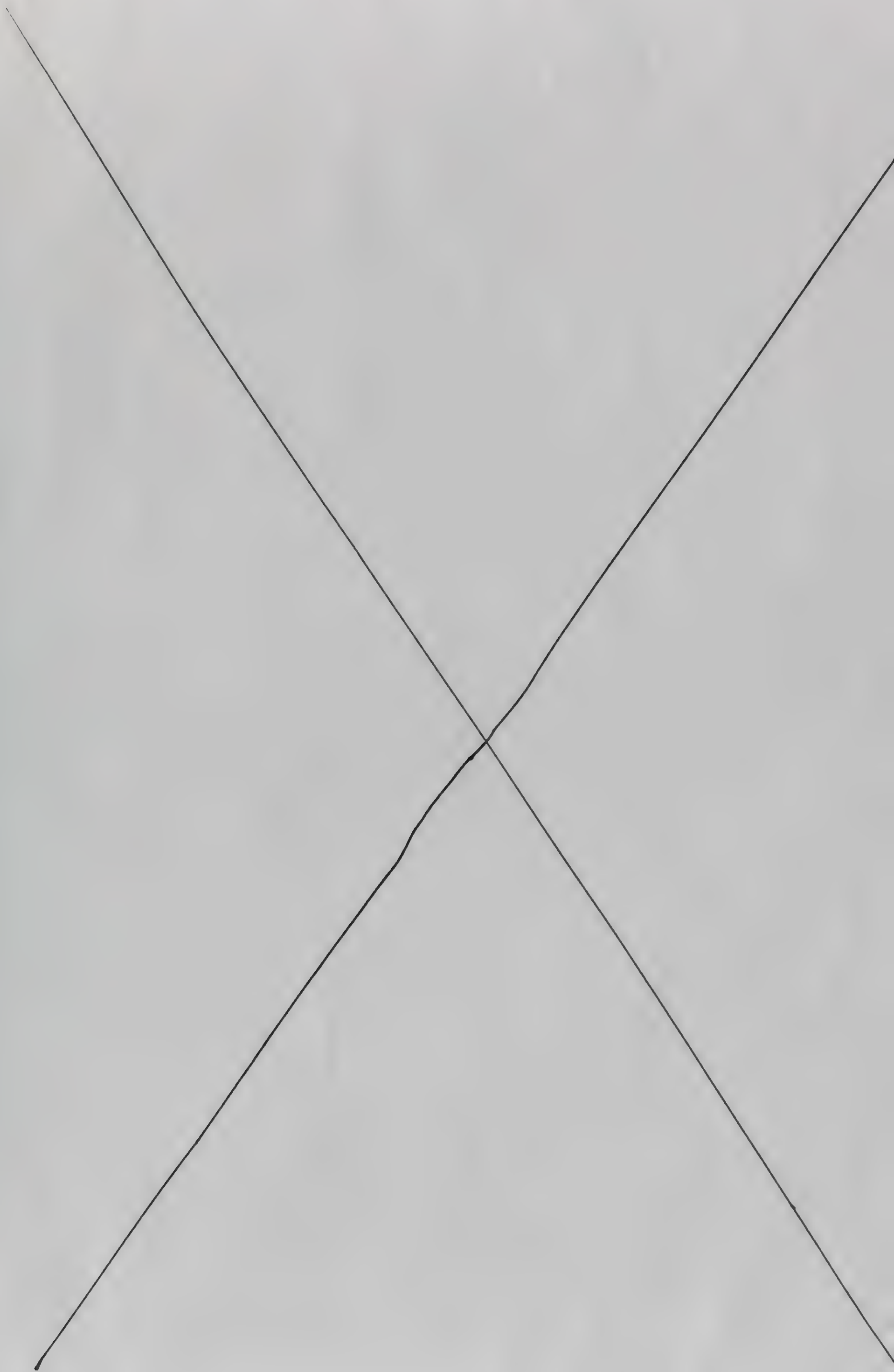


圖 7　Ⅱ—Ⅱ′ 理想地質剖面圖

水平比例尺　1:400,000　垂直比例尺　1:80,000









黑龙江上游和額尔古納河流域（自然区）的地貌

B. B. 尼棐爾斯卡婭

（苏联科学院地理研究所）

黑龙江上游区（从河源到澤雅河河口）除了在呼倫池以东，沿着海拉尔河到海拉尔市一段；沿額尔古納河右岸到根河（p.Ган）河口一段以及黑龙江-澤雅河地区是比較大的平原外，大部地区是山地。在黑龙江上游区除了作为分水嶺的大兴安嶺，聶尔奚山脉（хреб.Нерчинский）和博尔什沃奇山脉（хреб.Боршевочный）系高出海面1,500米的高山外，大部分为低矮的山嶺，虽然山嶺的海拔高度不大，但是地势悬殊很大，加以山坡上有森林复盖，所以开發困難。根据我們实地考察知道，在几条比較大的河流如黑龙江、額尔古納河、石勒喀河的河谷中也有發現类似情况。

在黑龙江上游地区，关于自然地理，其中特别是地貌方面的研究还不够全面和具体的。

在苏联科学院生产力研究委員会（СОПС）組織考察工作以前，这区的地貌研究只限于个別的区域性的，並常和尋找有用矿物相結合在一起，有关黑龙江上游区的地貌研究資料只有在一些自然地理文献中（貝尔格、里万洛夫斯基和卡列士尼考夫和莫扎也夫）；高等学校的教科書中（貝尔格，苏斯洛夫等）以及陈美科夫和根湼什的一些小范圍区域描写中見到。

在1951年至1954年的五年中，生产力研究委員会曾組織了远东綜合考察队，作过黑龙江从額尔古納河和石勒喀河滙口起到小兴安嶺一段的考察，同时在斯卡沃奇諾（Сковородино）和什那諾夫斯卡耶（Шиналовская）区内个别地区作过測繪工作。

1955年和1956年黑龙江綜合考察队，曾作了一些支流的河谷考察，这些河流是澤雅河〔从馬什金站（Машкина）起到河口一段〕；謝列姆达河（p.Селемджи）〔从諾拉河（p.Нора）到河口一段〕；布利亞河〔从奚功达（Чекуда）到河口的一段〕；阿尔哈拉河（p.Архара）〔从格利鮑夫卡（Грибовка）到河口的一段〕；額尔古納河〔从呼倫池附近到奥拉奇（Олочи）一段〕；額尔古納河〔从烏柳濱諾（Урюпино）到河口的一段〕；烏苏里江右岸地区〔从烏拉河（p.Улахэ）滙口到河口的一段〕，在这些地区里大部分地段作了比例尺为50万分之一的地貌圖，其中在呼倫池地区的地貌圖是和中国黑龙江考察队的楊紉章、張学詢兩同志共同繪制的。

想来，类似这样的工作在中国境内的黑龙江上游区也曾作过，現在我們所知道的有关中国东北区地貌方面著作有任美鍔的“东北区的地貫地形簡述”，它是在1953年

在地理知識發表的，張文堂的“北滿之近期火山”；严欽尙的“大兴安嶺一帶冰川地形”，这些著作均公布于1950年和1952年的科学通报上，比外新近發表的有楊紉章的“黑龙江上游”和曹承慰的“黑龙江的水力資源”等。除此以外，还有一些有关中国东北区的地形以及第四紀沉积方面的著作，我們找到的有下列一些文献：李四光的“中国地質”，黃汲淸的“中国主要地質構造單元”，張文佑等的“中国地層表”，施雅風的“中国地形”，褚紹唐的“新中国地理”和陈述彭的“中国地形鳥瞰圖”。

从現在的情况看，还需要繼續作一些野外的調查以后，才能作出有关黑龙江流域的地貌区划。

同时我認为在苏联境內的黑龙江上游自然分区，指石勒喀河流域，額尔古納-石勒喀河地帶和黑龙江-澤雅河地帶，也有必要作进一步的考証。

从1956年黑龙江綜合考察队地貌方面考察的結果可以得出这样一个結論：額尔古納河河谷是复杂的，額尔古納河（海拉尔河）在容納了它的支流伊敏河以后进入了呼倫池的平原区，这平原的位置是自东向西伸延，一直伸到額尔古納山脉的东南坡山脚下，額尔古納河在此轉了一个很大的弯，並且就在这里它又接納了从呼倫池流出的支流穆特河，現在河水从海拉尔河入池，但是按照支流的河底地形得知（河深从湖口向海拉尔逐漸加深）河流曾有过反方向流动的象征。

額尔古納河在額尔古納山脈脚下突然向东北轉弯，这样的方向一直保持到三河交界区，这段河谷特征是右岸平坦，左岸为山地，在那里第二阶地相对高度为9—10米，溯江往下增到14—15米，在三河交界区以下河流进入断層谷，在断層谷出口額尔古納河有左岸支流烏洛流渦（Урулюнгуй）流入，此后，額尔古納河向北北东方向流去，在烏流姆更河(р. Урюмкан)河口的上游額尔古納河穿过第二个断層谷，这二个断層谷均是横亙的方向，額尔古納河出第二个断層谷口后，它和黑龙江上游情况一样，存在着侵蝕的河谷阶地（相对高度是80米），但沿黑龙江往下，阶地的高度減小，这样的变化我們認为是和大兴安嶺区的地壳上升运动有关。

黑龙江上游区可以分为以下几个自然区：

（一）从石勒喀河和額尔古納河滙口处以下到烏罗茲河（р.Уруши）河口

在这区域內下面的一个阶地的高度保持不变，但是区域中部上面阶地的相对高度增大，这样的情況表明这里在第四紀初期未經过局部运动，只是遭到整个黑龙江流域的上下升降运动，多年的冻土和河谷比較狹所以在这地区內对耕地的开發不利，其中石勒喀河河口处例外，那里可作燃料和建筑用材的森林稠密，如根据新地質構造运动的观点出發，那么那里是适合建設的。

（二）从烏罗茲河河口至奧尔洛夫卡（Орловка）

这里的一般自然环境和第一区相彷，这区的特点是存在着很高的阶地，同时这些阶地由疏松的沉积物組成，在阶地上还存在着古代河流網的痕跡和侵蝕的河曲遺址，

关于这种特点在进行水工建設时是值得注意的，因为当水庫建成后有可能水从疏松的沉积物中滲透出去，这区位于碎片狀的多年冻土区，所以对农業經营是不利的，关于新地質構造运动情况和第一区內相同，更确切地說，这是第一区的延續；森林資源也和第一区內相同。

（三）从奥尔洛夫卡至貝东諾伏（Бейтоново）

这地区的特点是阶地的相对高度变化不大，存在着寬广的高灘和第二級阶地，这区內因为有洪水週期性的淹沒和多年的冻土，同时河道分叉，对工業建設是不适宜的，但是可以作为水庫的人工湖址，这区里有比較大塊的土地可作为农業耕种，在离黑龙江較远的高地上有森林，其中松树可作为建筑材料。

（四）从貝东諾伏到別开东伏（Бекетово）

在这区有几处河谷狹縮的地方，对水工建設非常适宜，因为岸高100—200米，同时由基岩組成，在这里上面的阶地沒有發現，高灘和第一級阶地的高度沒有变化。

这区內的平坦地帶，有洪水週期的淹沒，但以地形講，农業經营是比較合宜的，現在在本区內正發展着农業，在区內存在着多年的冻土，所以对建設不利。

（五）从別开东伏到卡里諾夫卡（Калиновка）

这区內河谷兩岸的基岩靠近，适于水工建設（如奥列根北部）但沒有合适作水庫人工湖基址的广寬地帶，面积不大的平地很多，宜于耕种，但是大部地区是河灘和高灘，遭洪水的週期淹沒，区內森林資源丰富，有些地方分布着多年冻土。

（六）从卡里諾夫卡到庫馬拉村（с. Кумара）

本区北部地当馬門向外拗曲地（Мамынская антеклиза）（根据 П. Н. 克洛包特金）是新地質構造运动的活动区。在本区南部下面阶地的相对高度不大。

在这里發現有河道網变迁的痕跡，它和新生代的火山作用有关（庫馬拉），最近在本区內發生过局部运动，並有冻土存在，所以在考虑工業建設时要加以估計，如要进行水工建設那一定考虑背复河谷（погребенные долины），因为有可能水从那里流走。

本区的左岸有寬广的平坦地帶，这是河灘和高灘，所以农業經营要考虑洪水泛濫。此外森林資源和前各区一样丰富。

（七）从庫馬拉村到布賽（Буссе）

本区也和第二区一样存在着新地質構造运动，这个現象在进行建設时要注意，在这里河谷比較狹，同时在河道轉弯处河岸比較陡，本区內多年冻土沒有發現，在河谷寬广的地方能进行农業經营；这里森林很多，但树木种类复杂。

（八）从布賽到金山鎮（Цинщичан）

本区位于澤雅河下游的向內拗曲地区（нижне-зейская синеклиза），大概本区經过整个黑龙江流域的上下升降运动河谷比較狹，平坦地帶遭水淹，森林的質量低，

大多是供燃料用的蒙古櫟，由于冻土的变迁不大，大部地区冻土絕跡加以河岸由基岩組成，有利于各种工程建設。

（九）从中国的金山鎮到布拉戈維申斯克（海蘭泡）

这一段地区和上述各区情况完全不同， 它的經济价値和澤雅-布列亞河地区相彷，在本区有二个寬广的高灘岸（錫尔盖也夫卡和馬尔科伏）已作为农耕地，上面阶地是一个寬广的冲积平原，部分也已开垦了森林大部为低質的只供燃料用的夾杂着幼苗的櫟树叢，基岩在黑龙江岸露現，本区建設条件和布拉戈維申斯克地区相同。

大体上談，这个地区發展农業条件优越。

額尔古納河的古地理情况如下：

1． 地質鑽探从 апта-альб 到第四紀岩石鑽心分析知道，可以分出潮湿湖泊时期，这說明呼倫池以前湖面还要大，一直延到大兴安嶺，海拉尔河河谷和額尔古納河上游为其所占，到楚魯海圖(Цурухайтуй）。当时北方河流注入这河的地位大概是現在海烏尔河（р. Хаул）和額尔古納河上游旧址， 但这河流的流向和現代河流的流向恰相反，和現在北方的額尔古納河上游河段相並列。同时的大水系和湖泊位置是順着地質構造的，根据推测，当时額尔古納河下游流向和現时的沒有变化。

2． 因为在山区和呼倫池附近的上下升降运动結果，湖泊在新楚魯海圖和旧楚魯海圖之間，額尔古納河河谷处發生决口，湖小下洩，造成一片湖泊沉积和河流冲积平原，在呼倫池四周形成了一个水系，在这时期海拉尔河和額尔古納河相繼形成。这一个时期即是所謂潮湿湖泊时期为河流时期所代替。

3． 在河流时期以后，由于气候干燥，發源在湖泊沉积平原上和山脚下的河流干涸了，形成干涸河谷网。在干涸河谷中还存在着一些不大圓形鹽水湖泊，湖泊周圍有一列半月形小丘，泥沙飞揚。

4． 現代的气候比較湿潤，沙被植物复盖，只有在放牧地方泥沙还是到处飄揚，額尔古納河上游的地貌構造，是完全順着地質条件的，这里的地質構造是东北东走向，再往下游額尔古納河就沿着大兴安嶺地質構造通过。

額尔古納河区的新地質構造运动进行得比較平稳。

根据我們的初步意見比較古老的河谷地区可推为接近烏洛夫河（р. Уров）河口以下地段，这地段的形成时期，大概和形成石勒喀河河谷时期相同，这个时期比形成整个額尔古納河河谷时期要早些。

从考察所得的結論是这样的：应当調节海拉尔河和伊敏河逕流，位置可在海拉尔市上游，我們考察的結果，在額尔古納河河上是可以建設水壩工程的，在苏联境內，由于作水庫而抬高的水面不会淹沒很多有用土地，因为这地段沒有农業經营，人民的食粮是从各地运入的。因此，如果在中国境內情况相同时，是可以作这样的嘗試的。这样在呼倫池周圍平原作为农業基地，在这地区，中国人民已經寄予很大的希望，就是

以后如果有額外水量負担时，那末这些多余的水量是可以經穆特河入呼倫池暫貯，如果那时漲水綫到达奥尔楚戈尔河（р·Орчугол）和开罗蘭（р·Керулен）河时，造成这二条河漲水，現在中国方面正在呼倫池东岸地区寻求因漲水所造成的后果的出路，就是应当將海拉尔河水量进行調节，使水位降低到这样的程度，使得經常从呼倫池有一定的水量輸給海拉尔河，这样可以使这地区干燥起来了。

在黑龙江上游进行建設是比較危險一些，因为經初步的考察發現和黑龙江河谷平行的（緯度方向）还存在着古代河谷，这个古代河谷由疏松的沉积物組成，並且厚度很大，在50米以上用“Ленгидэп”鑽探机打鑽还沒有到达基岩，所以如筑了水庫，可能引起側旁滲透，这古代河谷和黑龙江河谷之間由堅固的基岩相隔着。

在黑龙江和嫩江相接的地区，从水利工程建設观点来看，沒有什么危險，疏松的沉积物厚度不大，中国古陆台的結晶岩石近靠地表，但是这地区我們沒有进行过鑽探工作。

在黑河至嫩江（Мергень）的一段路綫考察中，我們斷定这里厚而疏松的沉积物广泛分布，同时根据有河流弯曲痕跡發現，这里原是一个侵蝕面，这种現象好象是澤雅河河谷向西南方向的延續，所以如果在小兴安嶺处要进行小壩建設的話，这种現象不能不考慮，因为水庫的水可能从那些古代河谷滲透出去，通过旧澤雅河冲积平原，由此轉入松花江河谷中去，为了要肯定澤雅河和黑龙江松花江分水嶺上冲积層关系，我們曾收集了一些現代的和古代冲积物标本，可以同澤雅河冲积区的标本，作矿物組成的分析比較。

自然地理区域划分，其中特别是地貌分区和每区內的地形特点应当作为在編制黑龙江土地規划的第一步工作。

在进行水利工程建設时，一定要考慮到自然地理区分和它的經济价值，对黑龙江和它的支流进行調节时和合理使用时，使得对經济有价値的地区，条件变好，而不是变坏。

我們向水利工程考察者們提請注意，当水庫建成以后，有可能使一些天然資源遭到破坏，这是要考慮的，中苏境內进行統一的工作，一个步調地进行考察和研究会使工作有利，由于这个原因我們非常希望听取中国方面同志的意見。

在黑龙江流域由于經長期的，复杂的河道网的發展过程，使得地貌学者需要研究古代河道水系来斷定从水庫中經滲透而流走的可能路綫。

所以在中苏地貌学者前面存在着一个重大而光荣的任务，要求动員我們兩国的科学研究力量对地貌的特征，作出区域經济开發估价，根据过去，預述將来在黑龙江流域的地貌發展方向，这河流我們將要进行巨大的建設工程。

（楊森松譯）

松花江流域水文特性分析的初步成果

謝家澤

一. 地形和水象特征

(一) 位置和地形

松花江位于我国东北区北半部，介于北緯41°42′至51°38′东經119°52′至132°31′。为黑龙江右岸一大支流。流域面积523,600平方公里。約佔黑龙江流域面积的30%，为我国境內黑龙江流域面积的60%。

松花江流域四周环山，西部为大兴安嶺，北部为小兴安嶺，东部及东南部为完达山脈、長白山脈、龙崗山脈，南部为松辽分水嶺的低平丘陵地形。中間为松江平原。

流域內山地佔63%，平原佔29%，沼澤地約佔8%。

表1 流域面积統計表

河流名称	山地		低平地		沼澤		沙漠		合計		平均寬
	平方公里	%	平方公里	%	平方公里	%	平方公里	%	平方公里	%	公里
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
嫩江	172,950	71	58,420	24	12,530	5	—	—	243,900	46.6	224
第二松花江	52,650	67.3	24,190	31	1,120	1.4	220	0.3	78,180	14.9	98
松花江	105,540	52.3	68,040	33.8	27,920	13.9	—	—	201,500	38.5	232
松花江流域	331,140	63	150,650	28.96	41,570	8	220	0.04	523,580	100	268

(二) 河流

松花江發源于小兴安嶺伊勒呼里山（高程1,030米），由北向南流，在三岔口与第二松花江相滙，折向东北流，在同江附近注入黑龙江。

松花江在三岔口以上叫嫩江，三岔口以下始称松花江。嫩江右岸有甘河、諾敏河、阿倫河、雅魯河、綽兒河、洮兒河等主要支流，左岸有訥漠尔河、呼裕尔河等主要支流，但呼裕尔河下游消失于葦甸中，不与嫩江相滙。嫩江流域面积約24万平方公里，干流長約1,100公里，流域平均寬度約224公里。

第二松花江發源于長白山白山湖（高程2,668米），自东南向西北流，主要支流左岸有輝發河及飲馬河，右岸有拉發河。流域面积約78,180平方公里，干流長800公里，流域平均寬度約98公里。

松花江干流的主要支流右岸有拉林河、螞蟻河、牡丹江、倭肯河、安邦河等，左

岸有呼蘭河、湯旺河、梧桐河、都魯河等，流域面积約20万平方公里，干流長約870公里，流域平均寬度約232公里。

嫩江、第二松花江及松花江的河床平均比降及河段情况見下列的表2，表3。

表2　平均比降統計表

河流名称	河源高程（米）	河口高程（米）	落差（米）	河流長度（公里）	平均比降
1	2	3	4	5	6
嫩江	1,030	125	905	1,089	0.000834
第二松花江	2,668	125	2,543	795	0.0032
松花江	125	53	72	867	0.000083

表3　河段情况表

河流名称	河段划分	特征	支流汇入情况
1	2	3	4
嫩江	上游（嫩江市以上）	坡陡流急，河底多岩石	左右岸有很多小支流汇入
	中游（嫩江市—布西）	河寬150—430米，水深一般2米左右。	右岸有大支流甘河汇入
	下游（布西以下）	河流多弯曲多淺灘流速緩慢河寬400—1,000米，洪水时寬20公里，水深一般1公尺左右。	右岸有洮兒河綽兒河雅魯河阿倫河諾敏河汇入左岸有呼裕尔河訥漠尔河汇入
第二松花江	上游（兩江口以上）	流于山岳地帶水量少多淺灘水流湍急河寬100米左右水深2.5米左右	头二道江兩岸有很多支流汇入
	中游（西江口—吉林）	河寬140—400米水深2—5米	左岸有輝發河汇入右岸有拉發河汇入
	下游（吉林以下）	河寬250—300米水深2.5米	左岸有飲馬
松花江	三岔口至哈尔濱	河流蜿蜒于草原湿地間河寬370—850米水深0.7米以上流速0.6—1.5米/秒	右岸有拉林河汇入
	哈尔濱至佳木斯	兩岸多为高原性台地河道中有長达27公里的三姓淺灘河寬200—1,000米水深2.2—9.5米	左岸有呼蘭河湯旺河汇入右岸有螞蟻河牡丹江倭肯河汇入
	佳木斯以下	河岸平坦河寬1.5—3公里水深2—8米流速緩慢	左岸有梧桐河都魯河汇入右岸有安邦河汇入

（三）地形和水象特征

1．松花江流域四面环山，除在流域的下游佳木斯附近为一缺口，松花江由此下洩至同江与黑龙江相滙外，而在流域的上端第二松花江与辽河流域的分水嶺有一低平的丘陵地帶，海拔仅为250米上下，这一地形的特点就構成了松辽运河的有利条件。

2．佔全流域面积46.6%的嫩江自西北向东南流，佔全流域面积14.9%的第二松花江自东南向西北流，兩江相向而流，在松江平原的三岔河相滙之后，又轉折

90° 角改自西南向东北的流向，这种干支流交会的形势是很少見的，每当兩江並漲，互相頂托，洪水滙集，宣洩不暢，再加三岔河以下松花江干流的右岸又有許多陡峻流急的支流（如拉林河牡丹江倭肯河等），这就是松江平原洪水和內澇的地形成因。

3. 嫩江的流域面积（243,900 平方公里）流域平均寬度（224 公里）与松花江干流的流域面积（201,500 平方公里）流域平均寬度（232 公里）很相近，但嫩江的河流平均坡降（0.00083）却为松花江干流平均坡度（約为 0.000083）的 10倍，而第二松花江則流域面积最小（73,180平方公里），流域平均寬度也很小（98公里），但河流平均比降（0.0032）却最大，为松花江干流平均比降的 40 倍。这一地形的特点也是構成它們河性不同的主要成因之一。

4. 松花江干流河床平均比降为 0.000083，並且干流首段（三岔河至哈尔濱）的河床比降竟小至 0.000021，我国其他河流下游的河床比降如下：黄河下游桃花峪至濼口段約为 0.00015，淮河蚌埠浮山段为 0.00002，長江的汉口鎮江段为0.000016，由此可見松花江干流河床比降远較黄河为小，而与淮河長江相类似，松花江干流河床比降上游段小于下游段，也是一个特点。这一特点也是洪水宣洩不暢的水象成因。

二. 降水特性

（一）气象簡要情况

松花江流域具有寒溫帶季風气候的特征，全年中雨量与溫度的分布極不均勻。全年中以 1 至 2 月份为最冷，最低为 −47.3°C（嫩江市 1951 年 1 月 4 日），次为 −45.2°C（牡丹江 1920 年 2 月 9 日），7月份最高，个別發生在 6 月或 8 月中，最高溫度为 39.5°C（長春 1922 年 6 月 22 日），次为 38.1°C(嫩江市 1950 年 7 月29日）。

年內气溫变化，一般从 3 月下旬或 4 月上旬溫度升至 0°C以上，至 10月下旬又降至 0°C以下。

結氷从 9 月下旬至次年 5 月上旬，結氷日期平均 180 天（長春）至 210 天（嫩江市）。

霜期在 9 月下旬至次年 5 月上旬，無霜期平均 160 天左右。

10 月中旬开始积雪，4 月下旬至 5 月停止，一般年积雪不厚。

蒸發量根据 20 厘米直徑小蒸發皿观測，年平均为 1,000—1,300 毫米。

風向：冬季为西北夏季为西南，風速平均为 2—5 米/秒，4 月份最大曾达 35米/秒。

（二）年降水量的地区分布

本流域雨水的来源是夏季自海上吹来的东南季風与东北季風，故雨量的分布一般地自东向西遞減等雨量綫多系南北走向，大致与海岸綫平行。

長白山，張广才嶺及小兴安嶺为本流域的多雨帶，正常年降水量約为700—900毫米。嫩江支流洮兒河以南与辽河流域分水嶺的低平丘陵地帶为少雨区（俗称 800 里旱

海，多風少雨的干旱区）正常年降水量仅 350 毫米。嫩江流域的平均正常年降水量約为 429 公厘，第二松花江約为 690 毫米，松花江干流約为 538 毫米而全流域的平均值約为 512 公厘。

（三）年降水量的多年变化

茲以齐齐哈尔（嫩江）、吉林（第二松花江）及哈尔濱（松花江干流）三站为例来說明本流域年降水量多年变化的情况。

表 4 齐齐哈尔、吉林、哈尔濱年降水量統計表

河流	代表站	正常年降水量（毫米）	最大年降水量（毫米）	最小年降水量（毫米）	最大年降水量最小年降水量之比率	年降水量变差系数Cv
嫩江	齐齐哈尔	458	808 (1932)	227 (1950)	3.6	0.32
第二松花江	吉林	721	993 (1935)	460 (1950)	2.2	0.20
松花江干流	哈尔濱	562	1015 (1932)	347 (1933)	2.9	0.22

由表 4 可以看出：本流域的年降水量多年变化的变幅在多雨区的第二松花江較小，最大年降水量約为最小年的二倍多，变差系数約为0.20，松花江干流变化較大，最大年約为最小年的 3 倍，变差系数約为 0.22，少雨的嫩江流域变化最大，最大年約为最小年的 3.6 倍，变差系数約为 0.32。

（四）降水量的年內分配

雨量集中在汛期 3—4 个月里，是我国河流的共同的特点，本流域也不例外。第二松花江 7、8 兩月降水量約为年总量的 43—50%，而 6—9 四个月的雨量約佔全年的 70—78%，嫩江 7—8 兩个月的降雨量約为全年的 43—55%，而 6—9 四个月的雨量約佔全年的80—86%。最突出的一个例子是哈尔濱 1932 年 7 月降雨 501 毫米，为該年年降水量 1,015 毫米的49%，並与哈尔濱正常年降水量 562 毫米極为接近。

（五）暴雨

本流域汛期，尤其是 7、8 兩月常發生大面积的强烈暴雨，以 1956 年为例：7 月 8 日至 17 日嫩江流域發生普遍性暴雨，暴雨中心雨量約 150 毫米，雨区由嫩江中下游向嫩江右岸上游移动。8 月 5 日至 8 日在第二松花江及松花江干流發生大暴雨，暴雨中心在吉林附近，雨量 265 毫米，雨区由第二松花江中游沿松花江干流的右岸向东北方向移动。这就有利于第二松花江的洪水与松花江各支流的洪水互相遭遇。1956年哈尔濱的特大洪水就是拉林河的洪峰与干流洪峰相遇而造成的。

总之，松花江流域降水的主要特征是：約有50%的年雨量集中在 7、8 兩月下降，有时甚至在 7 月一个月內下降；年降水量的变化很大，最大年雨量約为最小年雨量的 2—4 倍；年雨量的变差系数約为 0.2—0.3。汛期时常發生全域性的暴雨，並且雨区

一般由西南向东北移动（暴雨区由西向东移动是我国暴雨的一般特征）亦即雨区自上游向下游移动因而有利于干支流洪峰的遭遇。

三. 逕 流 特 性

（一）年逕流的地区分布

表 5 松花江各河正常年逕流量統計表

河流	流域面积		正常年逕流量				备註
	平方公里	佔全流域%	立方公里	秒公方	秒升/平方公里	佔全河%	
嫩江	243,900	46.6	18.7	594	2.4	30.3	根据江桥
第二松花江	78,180	14.9	18.9	600	7.7	30.6	
松花江干流	201,500	38.5	24.2	766	3.8	39.1	
松花江流域	523,580	100.0	61.8	1,960 ※	3.8	100.0	

* 根据哈尔濱-佳木斯雨站 1939，1940，1953—1955 五年 41 个月的逕流相关推及佳木斯与哈尔濱 1899—1955年相应的平均流量为1830 秒公方，再根据佳木斯-富錦 1955 年 7 个月的逕流相关及富錦的長期平均流量为1960 秒公方，即以此作为松花江全流域的多年平均流量。

由上表可知松花江全流域的正常年逕流量約为 61.8 立方公里， 其中松花江干流約佔 $\frac{2}{5}$，而嫩江及第二松花江各佔約 $\frac{3}{10}$，以單位面积产水量而論，全流域的逕流模数为 3.8 秒升/平方公里，其中第二松花江的逕流模数最大（7.7秒升/平方公里），而嫩江的逕流模数最小（2.4 秒升/平方公里），松花江干流居中（3.8 秒升/平方公里）。

年逕流深等值綫的分布大致与年雨量等值綫的分布相似。第二松花江的上源長白山逕流深 500 毫米(28秒升/平方公里)最大，小兴安嶺的400毫米次之。牡丹江流域的250 毫米和嫩江上游的 200 公厘，也是全流域的丰水区。其余都在 200 毫米以下。本流域內有 2 个無流区，一是呼裕尔下游的湿地，另一是嫩江支河洮兒河以南的干旱地区。

（二）年逕流的多年变化

表 6 年逕流量变化統計表 （最大，最小年逕流量比率）

河流	站名	最大年逕流量（立方公里）	最小年逕流量（立方公里）	最大年逕流量/最小年逕流量	年逕流变差系数 Cv
嫩江	江桥	38.2 (1932—1933)	3.81 (1926—1927)	10.0	0.36
第二松花江	松花江村	26.2 (1954—1955)	7.1 (1950—1951)	3.7	0.29
松花江干流	哈尔濱	85.3 (1932—1933)	11.7 (1921—1922)	7.4	0.45

松花江流域的最大年雨量約为最小年雨量的 2—4 倍，而最大年逕流量却为最小年逕流量的 4—10 倍，年逕流的多年变化远較年雨量的多年变化为大。由上表可知，最大年逕流量与最小年逕流量之比，嫩江江桥站为最大（10），哈尔濱站次之（7.4），

而第二松花江的松花江村最小（3.7）。第二松花江的年雨量与年逕流量的多年变化都較嫩江及松花江干流为小，但松花江村因受其上游丰滿水庫調节的影响（自1943年起蓄水），也是使其年逕流变率減少的人为原因。本流域年逕流量的变差系数 Cv 一般在 0.3—0.6 之間，而干旱区的洮兒河的 Cv 值却达到 1.0。

松花江年逕流量的多年变化的另一特点是連續丰水年和連續枯水年的情況。例如哈尔濱 1899 至 1955 共 56 年的多年平均流量为 1130 秒公方，而 1899—1927 的 27 年枯水期(其中只有6年大于多年平均值)的多年平均流量仅为 896 秒公方，而1928—1955的 28 年丰水期（其中只有7年低于多年平均值)的多年平均流量为 1330 秒公方。丰水年和枯水年的連續出现原是我国河流共有的特点，但是丰水期和枯水期各别長达27年以上，並且均值相差如此悬殊，却是少見的情况。值得注意的是黑龙江的伯力和波克洛夫克兩站也有与哈尔濱站相应的丰枯水期。

（三）逕流的年內分配

本流域河川逕流与降水量的年內分配情况很相似。由四月开始，积雪融化，水量漸增，5—6 月受降雨影响水量繼續增多，7—8 月降雨最多水量亦显著增加；9 月降雨減少，水量下降。10月以后至次年 4 月为枯水期，而最枯水則在 11—3 月間。各代表站的逕流年內分配情况如下表所列。

表 7 逕流年內分配表

河流	站名	7、8兩月佔全年总量的 %	灌溉期（5—8）佔全年总量 %	航运期(5—11)佔全年总量 %	枯水期12—4月 %
嫩江	江桥	42	62	94	6
第二松花江	松花江村	37	58	82	18
松花江	哈尔濱	31	49	86	14

由上表可知，松花江枯水期五个月的逕流量仅佔年总逕流量的 6—18%，可見逕流年內变化之大。但在暢流的航运期間（5 月至 11 月），虽然各月逕流仍然相差悬殊，但沒有特殊的干枯月份。不像我国华北各河在 5—6 月的通航和灌溉需水期間，却往往是一年最枯水期。

（四）降水逕流关系

表 8 正常年降水量年逕流量关系表

流域	正常年降水量（毫米）	正常年逕流深（毫米）	正常年損耗量（毫米）
嫩江	429	77	352
第二松花江	690	242	448
松花江干流	538	120	418
松花江全流域	512	118	394

由于山区雨量，尤其是大小兴安嶺上的雨量資料太少，上表所列降水逕流关系仅供粗略的参考。由上表可知，本流域的正常年損耗量大約在400毫米上下。

（五）最小流量

本流域多年最小月平均流量：嫩江江桥为27.4秒公方，第二松花江的松花江村为50.5秒公方，哈尔濱为139秒公方。由于本流域各河冰期測流較少，並且成果精度很低，所以上举数字只能作为参考之用。

（六）固体逕流

固体逕流只作悬移質观測，並且只有一、二年比較完整的資料，不足以說明全流域的泥沙情况。1955年佳木斯輸沙量为2.56×10^6吨，即年平均含沙量約为315克/公方。我国長江以北各河中淮河的泥沙量是較少的，淮河蚌埠的多年平均輸沙量为14.3×10^6吨，年平均含沙量为548克/公方。松花江年平均含沙量仍較淮河为小。

总之，松花江流域逕流的特性是：7、8两月的逕流量約佔全年的30—40%，其集中程度不如雨量，这是由于流域的調节作用。但暢流期（亦即航运期）5—11七个月的逕流量却佔年总量的80—95%，而枯水期仅佔5—20%，这是由于封冻期長的影响。松花江全流域的正常年逕流量約为61.8立方公里（逕流模数約为3.8秒升/平方公里）其中第二松花江供給18.9立方公里（逕流模数为7.7秒公升/平方公里）嫩江供給18.7立方公里（逕流模数2.4秒升/平方公里）而松花江本流域供給24.2立方公里（逕流模数3.8秒升/平方公里）本流域年逕流的多年变化的兩个特点是：变幅很大，最大年逕流量約为最小年逕流量的4倍（第二松花江）至10倍（嫩江）其次是哈尔濱站1899至1955共56年中前27年（1899—1927）为枯水期（平均流量为896秒公方）而后28年为丰水期（平均流量为1330秒公方）。本流域的正常年損耗量(即自然蒸發量)約为400毫米上下。松花江佳木斯1955年的年輸沙量为25.6×10^6吨，約合年平均含沙量315克/公方，較少沙的淮河为小。

四. 洪水特性

（一）干流洪水历时長，水量大，水位高

松花江的主要洪水發生在夏秋兩季，是由降雨所造成的。嫩江、第二松花江的中上游以及松花江本流的各支流的洪水还是陡漲陡落的多峰形式，与各該地区的降雨过程相呼应，而在松花江干流則由于流域的，尤其是松江平原的調节作用，洪水已經基本上变为漲落較緩的單峰形式。这一情况愈向下游愈显著。到松花江下游則洪水的形式还受黑龙江的影响。以哈尔濱为例，洪水一般自6月份起漲（个别年份可能在5月起漲），徐緩上升，中間或稍有回落，但升漲是主要的，洪峰多半出現8月10日至9月10日之間，以后逐漸下降，至10月初降至普通低水位（个别年份如1932年11月末流量仍在2000秒公方以上是例外）。洪水总量很大，例如汛期連續四个月的逕

流量在1932年为63.4立方公里，为該年逕流总量（86.2立方公里）的73%，为哈尔濱正常年逕流量（35.6立方公里）的2.4倍。以水位而論，1956年最高水位达119.58米，超出兩岸地面高度3.58米；該年洪水位超出兩岸地面高度的时間共有76天。所以松花江洪水的第一个特性是历时長，水量大，水位高。

（二）大洪水年疏密相間的重复出現

哈尔濱自1898年有水文記录的59年来，最大流量超过6000秒公方的有1956，1932，1953，1934，1914，1910及1945共7年；而汛期連續四个月逕流量最大的7年則是1932，1934，1956，1953，1938，1910及1915。平均每8至9年有一个大洪水年，值得注意的是1910至1915，1932至1934及1953至1956都只相隔1至4年即發生2个大水年，而1915至1932及1934至1953之間相隔將近20年却無大水年，这个大洪水年疏密相間的重复出現的現象虽然不能認为是松花江洪水年出現的規律，但从防汛的观点上来看却是值得加以注意的特点。

又根据哈尔濱与伯力的年逕流的对应关系，1896及1897既然伯力是連續2个大洪水年（1897年伯力的年平均流量約为12,400秒公方，仍然保持60年来的最高記录，1896年約为10,800秒公方，也是特大水年之一），估計松花江这兩年也很可能是大洪水年（哈尔濱站自1898年开始水文观測，可能与1897年的大洪水有关）。假如松花江果眞1896，1897是特大洪水，則松花江的大約25年左右的丰枯水期和大洪水年疏密相間的重复出現就更得到进一步的印証。*

（三）洪水組成

由于洪水組成的不同，就使得各年洪水的特性有所不同。例如1932年洪水的主要特点是：洪水总量是各年洪水总量中最大的；最大洪水来源区，亦即最大暴雨区是松花江干流的哈尔濱一帶及嫩江的齐齐哈尔一帶；退水迟緩，汛期延至11月底；哈尔濱上游支流拉林河虽然洪水很大，但發水較早，未与干流洪峰相遭遇。1953年洪水的主要特点是：来自第二松花江的洪水（佔31.8%）；嫩江和第二松花江都有三个明显的單独的洪峰，並且这兩条河的洪峰都在会合点互相遭遇哈尔濱的洪水过程也还有三个不很明显的洪峰的形式；第二松花江第三次洪峰特別大是由丰滿水庫放流7300秒公方所造成的；拉林河的水很小（这是哈尔濱市1953年防汛中的重要有利条件）。

---

* 松花江1953，1956連續2年特大洪水有人認为是气象反常，並且怀疑与太平洋氫弹試驗有关系。但从本節所述情况来看，黑龙江、松花江上的特大水年紧密出現並不是新奇的，而却是慣常的現象。

苏联A.A.Гирс（1956年气象与水文10月号）分析1901—1955年北半球西風帶的环流指标，得出1900—1928年為W型，即西風强盛期，而1929—1955为E型及C型，即西風較弱期，这一环流形势的分期恰与黑龙江、松花江的枯丰水期相符合。地球物理研究所楊鑑初分析長江中下游，东南沿海、渤海四周等三个地区1901—1950的50年逐月降水量統計，也發現水旱时期与环流形势異常期有相似的关系。这是值得进一步加以研究的問題。

1956年洪水的主要特点是：洪水的組成大致是嫩江佔48.7%，第二松花江佔40.7%，兩峰也在会合处互相遭遇；哈尔濱以上的松花江本流地区所佔洪水总量虽仅10.6%，但拉林河的最大流量竟达4120秒公方，並且与干流洪峰相重合（这是哈尔濱市1956年防汛中的不利条件）；干支各河的最高水位絕大部分都打破了以往的最高水位記录。总之，嫩江与第二松花江的洪水虽然各年比重不同，但洪峰互相遭遇却是常遇的情况，並且从而構成了松花江干流洪水的基础，假如干流各支流洪水也大，並且与干流洪峰相遭遇即会造成局部地区的特大洪峰。松花江干流下游洪峰有时出現較上游为早，这也是由于支流洪水的影响而来的。

（四）人类活动的影响

1951年以前，松花江兩岸堤防很少，汛期江水稍漲即漫溢兩岸的平原和低地，所以干流的洪水过程綫漲落都比較徐緩；1951年以后沿江兩岸修筑了完整的堤防，上游来水集中在兩堤之間的河床宣洩，消灭了洪泛的災害，同时也削減了平原的滯洪作用，因而1953及1956兩年的洪水过程綫漲落都比較陡峭。1956年的洪水总量虽較1932年小得多，但最高水位及最大流量却都超过1932年，也說明了堤防的影响。修筑堤防使洪水不泛濫，消除洪泛的災害，是其主要作用；其次洪水集中兩堤之內，漲落較快，有縮短洪水历时因而也有利于兩岸积水的早期排洩的有利作用；但堤防抬高汛期的高水位，对各支流的廻水影响大，因而也有不利于堤外积水同期排洩的作用。此外，第二松花江的丰滿水庫自1943年建成，它有9.75立方公里的庫容控制了第二松花江一半以上的流域面积，因而根本改变了第二松花江逕流的自然情况，也影响了松花江干流的逕流情况。例如1953年松花江洪水的尖峰主要是由丰滿水庫放流7300秒公方所形成的。由于上述的緣故，松花江的洪水分析和洪水頻率計算都必須考慮到这兩个人类活动的因素的影响，並且加以修正，才能进行。

五．松花江的水利問題

（一）防洪和排澇

解放后8年来松花江發生了2次特大洪水，虽然修筑了坚强的堤防，並且进行了大力的防汛，但是仍然給国家和人民帶来了重大的損害。1956年洪水的損失初步統計約为3亿元，这大約与庫容9.75立方公里和發电量567.000千瓦的丰滿水力樞紐的造价相等。洪水泛濫不仅造成了国民經济方面的損失，並且也威胁着工業、交通及其他方面建設的正常进行，所以防洪問題的解决是松花江当前水利問題中的首要任务。当沿江堤防很少，汛期上游来的洪水与兩岸当地暴雨久雨的积水打成一片，統称洪水的災害。兩岸堤防修筑之后，例如1953及1956兩年，虽然堤防沒有發生严重的潰决，但江內水位高漲，干支流的兩岸平原的积水不能排出，就形成了澇災比洪泛更为严重的現象。据近三年的統計松花江流域內澇面积佔水災面积的百分数：1954年为

26.3%，1955年为53.4%，1956年为68.8%。由此可見，排澇和防洪是暴雨洪水問題的兩方面，必須統一地加以考慮，研究和解决。

（二）农田水利問題

本流域可耕土地約2000万公頃，其中已耕地約佔50%，已耕地主要為旱作物，單位面积产量較低（每公頃产粮約1吨稍强），其原因是耕作粗放和春旱夏澇。所以春澆和除澇是本流域粮食增产的重要水利措施。本流域現有水田很少，据初步不完全的統計，本流域水田收获量为旱地的2倍多，而淨收益量为旱地的4倍。所以从灌溉上来保証旱地改水田也是本流域农業增产的重要方向。其次，本流域的可耕而未耕的土地大多为黑鈣土，非常肥沃，地势平坦，面积广大，适于大規模机耕，是我国垦荒計划中的主要对象之一。这些荒地大都比較低湿，所以降低江河水位，降低湿地的地下水位和建立排水系統，是本流域垦荒工作中的主要水利問題。

（三）水能利用

松花江流域上游落差大，尤其第二松花江本流的右岸支流如牡丹江不但落差大並且水量丰沛，松花江中下游虽然落差小，但水量丰沛集中，所以本流域的水力資源丰富。据初步估算，全流域自然蓄量超过600万千瓦（按平均流量計算），其中第二松花江为174万千瓦，嫩江为150万千瓦，牡丹江約为50万千瓦。已开發的水电站有：第二松花江的丰滿水电站，水庫总容积9.75立方公里，裝机容量567,000千瓦；牡丹江鏡泊湖水庫容积0.665立方公里，裝机容量36,000千瓦。

（四）航运

松花江干流931公里，第二松花江597公里，嫩江874公里，共計2402公里，可以分別通航各种不同的船舶。本流域航运的一个缺点是封冻期長（180天至210天），另外一个困难是通航期水淺並有灘險，所以增加通航期的低水流量是改进松花江航运的重要措施之一。

（五）水利資源的綜合开發和利用

表9 我国各大河流主要水文特征比較表

河流	河長（公里）	流域面积（平方公里）	平均流量（秒公方）	逕流模数（秒升/平方公里）	平均輸沙量（10^6吨）	年平均含沙量（克/公方）
松花江	2,030	523,580	1,960	3.8	25.6（佳木斯）	315
黑龙江	4,345	1,843,000	11,000	6.0	24.7（伯力）	100
辽河	1,430	165,523	502	3.0	29.0（前新坟）	7,350
海河		324,800	433	1.9	82.0（永定河）	49,200
黄河	4,845	738,000	1,490	2.0	13.00（陝县）	32,000
淮河	1,000	187,000	1,033	5.5	14.3（蚌埠）	548
長江	5,890	1,939,000	33,000	19.0	431（大通）	442
珠江	2,100	448,000	11,500	26.0	86（梧州）	406

表 10 松花江各站丰水年平水

序号	站名	正常年逕流	特征年	年平均流量 Q (cms)	年逕流 V (km^3)	逕流模数 q ($l/s/km^2$)
1	庫漠屯（嫩江） $F=32,700km^2$ 統計年限15年 （1935—1944，1951—1955）	$\bar{Q}=184$ $\bar{q}=5.62$ $Cv=0.41$	丰水年1955 平水年1938 枯水年1954	284 200 80	8.97 6.38 2.51	8.68 6.11 2.45
2	江桥（嫩江） $F=164,000km^2$ 統計年限17年 （1935—1944，1949—1955）	$\bar{Q}=643$ $\bar{q}=3.92$ $Cv=0.41$	丰水年1953 平水年1942 枯水年1944	1160 630 239	3682 2005 7.59	7.07 3.84 1.46
3	洮南（洮兒河） $F=23,100$統計年限15年 （1932，33，35，36，38—42，44，1951—1955）	$\bar{Q}=34.0$ $\bar{q}=1.47$ $Cv=0.96$	丰水年1939 平水年1940 枯水年1951	104 34.7 1.67	3.44 1.11 0.063	4.50 1.50 0.072
4	大賚（嫩江） $F=198,000km^2$ 統計年限13年 （1935—1942，1951—1955）	$\bar{Q}=657$ $\bar{q}=3.32$ $Cv=0.32$	丰水年1953 平水年1952 枯水年1935	1200 664 336	37.80 21.00 10.60	6.06 3.35 1.70
5	紅石砬子（第二松花江） $F=19,800km^2$ 統計年限15年 （1936—1944，1950—1955）	$\bar{q}=269$ $\bar{q}=13.6$ $Cv=0.24$	丰水年1954 平水年1937 枯水年1952	400 270 177	12.65 8.53 5.59	20.2 13.6 8.94
6	松花江村（第二松花江） $F=51,500km^2$ 統計年限30年 （1926—1955）	$\bar{Q}=506$ $\bar{q}=9.85$ $Cv=0.24$	丰水年1954 平水年1944 枯水年1952	811 476 316	26.25 15.09 10.46	15.7 9.25 6.14
7	扶余（第二松花江） $F=77,400km^2$ 統計年限23年 （1933—1955）	$\bar{Q}=552$ $\bar{q}=7.14$ $Cv=0.27$	丰水年1954 平水年1944 枯水年1952	945 523 365	29.80 16.80 11.50	12.2 6.88 4.72
8	蔡家溝（拉林河） $F=18,300km^2$ 統計年限15年 （1925—40，42—44，1950—1955）	$\bar{Q}=104$ $\bar{q}=5.68$ $Cv=0.35$	丰水年1951 平水年1935 枯水年1950	158 110 46.5	4.98 3.47 1.47	8.64 6.01 2.54
9	哈尔濱（松花江） $F=304,000km^2$ 統計年限57年 （1899—1955）	$\bar{Q}=130$ $\bar{q}=3.72$ $Cv=0.45$	丰水年1932 平水年1937 枯水年1920	26.70 1130 386	84.30 35.60 12.30	8.78 3.70 1.27
10	牡丹江（牡丹江） $F=21,800km^2$ 統計年限14年 （1935—41，44，1950—1955）	$\bar{Q}=169$ $\bar{q}=7.75$ $Cv=0.41$	丰水年1935 平水年1937 枯水年1944	324 170 58.6	10.24 5.36 1.85	14.9 7.8 2.69
11	秦家崗（呼蘭河） $F=8,740km^2$ 統計年限12年 （1935—39，44，1950—1955）	$\bar{Q}=76.4$ $\bar{q}=8.74$ $Cv=0.44$	丰水年1939 平水年1936 枯水年1954	147 75.2 36.8	4.63 2.38 1.16	16.8 8.61 4.21

松花江的河長和流域面积都与珠江相近，但水量却只有珠江的1/6。松花江的逕流模数为3.8秒升/平方公里，較黑龙江（6秒升/平方公里）和淮河（5.5秒升/平方公里）为低，但較黄河（2秒升/平方公里）、海河（1.9秒升/平方公里）及辽河（3秒升/平方公里）都大。松花江的年平均含沙量約为315克/公方，除黑龙江而外

年及枯水年逕流特征及年內分配統計表

年內分配(%)												不均匀系数%	Qmax(cms) qmax(cms/km²)
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
0.037	0.012	0.005	6.70	7.28	17.31	34.30	6.12	20.33	6.18	1.34	0.351	45.2	Qmax =3790
0.127	0.059	0.044	3.38	15.33	10.65	24.61	15.02	22.89	5.94	1.62	0.37	47.0	qmax=0.116
0.168	0.034	0.041	5.56	6.47	48.53	9.47	8.23	7.73	10.02	3.02	0.72	42.4	
0.25	0.16	0.31	1.90	7.12	26.26	19.64	29.04	8.55	4.24	1.85	0.64	50.29	Qmax= 6960
0.54	0.31	0.51	3.65	7.73	10.84	20.67	34.55	8.60	7.97	3.49	1.17	41.46	qmax=0.042
1.57	0.93	1.52	11.10	15.86	11.99	19.00	11.33	8.64	9.69	6.21	2.15	29.51	
0.0955	0.0955	0.256	0.62	1.20	1.94	34.55	26.02	19.37	9.48	5.45	0.923	56.2	Qmax=975
0.0814	0.0766	0.246	8.16	10.39	15.50	19.80	27.78	9.31	5.43	2.68	0.54	41.3	qmax=0048
0.65	0.60	1.94	10.97	31.63	8.97	6.98	14.46	9.47	8.9	4.43	0.90	33.5	
0.32	0.24	0.68	2.41	3.99	16.04	22.00	25.00	19.60	6.59	2.37	0.88	49.4	Qmax =4750
0.69	0.38	0.38	3.41	6.66	11.50	9.16	20.30	22.60	17.58	5.90	1.38	39.7	qmax=0.024
1.61	1.54	1.86	5.20	15.46	24.23	10.40	13.24	10.90	8.42	5.45	1.73	32.8	
0.96	0.72	1.50	8.36	8.55	14.64	15.13	25.36	15.21	5.12	3.23	1.17	37.5	Qmax =8200
1.68	1.45	1.84	21.5	8.52	8.02	7.84	36.7	4.75	3.79	2.68	1.25	41.0	qmax=0.414
2.16	1.89	2.44	17.62	12.3	14.2	12.0	13.42	6.50	8.15	7.54	1.67	28.0	
0.422	0.322	2.95	7.24	7.19	16.2	12.4	29.3	17.23	4.40	2.06	0.292	41.93	Qmax= 8760
0.738	0.683	1.40	11.00	13.05	15.84	35.0	7.80	8.85	3.15	2.05	0.404	41.74	qmax=0.17
1.414	0.96	3.20	18.5	13.48	12.95	13.48	13.4	7.08	8.60	6.06	1.036	30.31	
0.406	0.318	2.81	7.12	6.95	16.3	12.42	29.5	17.8	4.17	1.98	0.291	42.82	
0.755	0.66	1.42	10.2	13.25	16.24	36.0	7.55	8.55	3.08	2.01	0.425	42.5	
1.44	0.98	3.20	18.8	13.3	12.67	13.3	13.1	8.05	8.40	5.92	1.026	29.7	
0.12	0.072	0.16	4.01	3.55	5.90	5.46	26.38	30.51	13.80	7.69	2.35	45.8	Qmax= 8100
2.64	2.04	0.19	3.83	10.44	16.35	19.07	21.85	6.44	9.30	5.22	1.59	34.5	qmax=0.442
0.56	0.35	0.77	21.14	13.20	18.33	14.36	15.20	7.76	4.81	2.70	0.82	40.7	
0.69	0.36	0.34	2.42	4.40	6.88	7.22	30.11	22.81	14.11	7.39	3.29	42.13	Qmax=11700
1.80	0.23	1.18	11.43	16.73	9.67	9.69	14.72	18.87	8.64	4.66	1.38	31.65	qmax=0.039
0.22	0.22	0.41	6.10	6.60	6.19	11.81	21.17	15.10	19.05	7.63	2.26	34.73	
0.71	0.98	0.63	3.77	4.09	16.99	20.38	27.02	9.61	9.95	4.00	1.87	42.5	Qmax= 2860
1.25	1.24	1.20	20.09	13.96	17.26	11.07	13.32	11.30	5.90	2.36	1.11	37.3	qmax=0.131
3.51	3.49	3.59	6.34	5.41	8.13	22.52	19.50	15.81	7.40	2.98	1.40	32.9	
0.28	0.11	0.31	4.96	6.89	5.16	22.10	9.94	42.8	4.44	2.21	0.79	49.9	
0.45	0.19	0.48	5.42	5.41	6.94	25.64	33.60	9.42	7.42	3.70	1.32	43.7	
0.70	0.30	0.76	7.00	7.73	39.73	9.60	4.30	8.71	10.47	8.8	1.89	32.7	

是各大河流中含沙量最小的，所以松花江的河床比較稳定(有鉄底銅帮松花江之称)。此外，松花江水力資源丰富，水利土壤資源的潛力很大，並且航运条件很优越，虽然有洪水、內澇的災害，但其严重程度不如辽、海、黃、淮諸河。所以松花江是我国長江以北水利条件最优越的河流。無論为了消除洪水和內澇的災害，或是为了水能利用灌溉

表 11 松花江各大洪水年連續最大四个月逕流量組成統計表

年份	江桥		松花江村		哈尔濱		哈尔濱		
	立方公里	佔哈尔濱%	立方公里	佔哈尔濱%	立方公里	佔全年%	最高水位（M）	最大流量（秒公方）	日期（月、日）
1956					46.5*		119.58	11,700	8.15
1932			11.5	18.2	63.4	75.2	119.22	11,500	8.12
1953	30.8	67.7	14.5	31.8	45.5	74.9	118.64	9,530	9.3
1934			12.4	24.5	50.7	75.5	118.53	8,630	8.13
1914					27.6	77.5	118.05	6,360	8.13
1910					36.0	64.5	118.04	6,330	8.19
1945					29.0	72.5	117.74	6,010	9.3
1941	20.2	64.3	11.8	37.5	31.4	57.2	117.61	5,660	9.12
1951	22.2	64.5	12.0	34.9	34.4	78.0	117.61		9.16
1938	24.9	65.1	13.5	35.3	38.2	70.9	117.59	5,610	9.13
1923					23.2	68.9	117.60	5,020	9.1
1911					34.5	63.6	117.57	4,940	8.30
1899					24.0	74.1	117.57	4,940	9.9
1954	10.1	33.3	15.0	44.5	30.3	65.8	117.42	4,560	9.15
1915					35.2	55.5	117.38	4,520	4.25
1929			12.3	35.4	34.7	67.1	117.35	4,450	8.28
1939	18.5	59.6	12.7	41.0	31.0	64.3	117.11	4,420	9.26
1955	17.8	66.9	6.8	25.6	26.6	57.0	117.30	4,350	8.14
1909					22.1	52.0	117.29	4,330	8.11

* 1956年哈尔濱95天最大洪水总量为40.7立方公里，其中嫩江（大賚）为19.8立方公里，佔48.7%；第二松花江为16.5立方公里，佔40.7%。

用水、改进航运条件、改善排水和水利土壤改良的条件都需要降低江河的汛期洪水位和和增加枯水季的枯水流量，这就是說在各干支流上游尽量修建水庫調节逕流是綜合利用松花江水利資源的一个中心环节。松花江干支流的上游也具有很多有建庫条件的壩址。这里的关鍵在如何最合理最有利地解决消除水害和兴修水利对于逕流調节的要求上的矛盾和統一的問題。其次，在松花江的具体情况下，只靠上游修建水庫恐怕不能达到徹底消除水害的目的，因为一則水庫以下还有很大的非控制的广大暴雨洪水区，二則完全靠水庫蓄水来达到保証下游安全的方法可能不是最經济的；因此，修筑防御一定洪水标准的堤防，提高河道的安全洩量，預留条件良好的窪地作为非常洪水的必要滯洪区；在低窪平原地区修建排水系統，降低地下水位，进行水利土壤改良工作，扩大水田面积，这一系列的綜合措施与上游的逕流調节統一規划和运用，才能最有效地利用松花江的水利資源，此外，松花江是黑龙江的一条大支流，松花江、黑龙江和烏苏

里江三者相互影响，相互关联。从松辽通航和松辽水利土壤資源的統一开發来看，辽河也与松花江有很大关联。所以，一方面要分別地进行具体的調查研究，而另方面还必須有共同的和統一的考虑。松花江流域已經具有一些資料，並且也曾分別对防洪、水电、航运和水利土壤改良进行过一些調查研究工作，但是缺乏綜合的研究，所以立即进行松花江流域的綜合科学考察工作，以便能够早日制訂松花江流域水利資源綜合利用的原則性方案，正是我們当前最迫切的任务。

黑龙江流域水能利用的勘測設計工作过程概况

M.B. 菲爾索夫

从很久以来黑龙江流域的水能資源的利用問題就引起了我国技术界的注意，中苏兩国的偉大河流之一：黑龙江具有極大的水力建筑的潛在可能性。在引导俄国到建立苏維埃社会主义共和国联盟的革命及引导中国建立中华人民共和国的人民中国胜利前的許多年中，黑龙江分开了中苏二国的人民，而当时的政治狀况也不允許提出全面利用黑龙江流域水力的任务。

由于已作的考查，在过去已具有了和某些地区的国民經济部門發展远景相联系起来的地方性的黑龙江的勘測和設計。

苏联电站部关于黑龙江水力开發的第一批工作是在本世紀的三十年代，这样在1930年到1935年間水电設計院的远东局为了共青团城的工業区，以查明动力基地为目的而在黑龙江支流：呼加利河（Хунгари)、哥流河（Горюн）、按諾河（Амное）及其他河流进行了勘測。在黑龙江下游則进行了經过基兹湖(озеро Кизи)在德卡斯特里地区（Де-Кастрь）联接黑龙江与韃靼海峽的問題，並同时給黑龙江在这地区內約能得到二百万千瓦出力的动力建議的勘測和調查，水电設計院还以查明一联串相近任务为目的考察了黑龙江上游（英戈达 Ингода，鄂嫩 Онон，石勒喀河 Шилка）的动力可能性。最后在这期間（1932年—1934年）苏联电站部水电設計院完成了在黑龙江中游左岸大支流澤雅河（Зея），謝列姆札河（Селемджа）和布列亚河（Бурея）流域有关动力，防洪和开拓航运的綜合任务的設計勘測工作。这問題的研究表明在这些河的流域可能建立用于發展以本地工業矿藏为基础的远东地区的需电生产的大型水电站的多个梯級。

这样，当时苏联电站部已明确了与黑龙江流域的一部經济利用有关的綜合任务，同时还确定了只有用大蓄水庫来調节逕流的条件下，黑龙江流域的水力利用才有意义。如已知黑龙江約有3000公里的主河道，而和支流合計則总長有18,000公里的具有冬季在主河道降到最小和支流到零，而夏季洪水期在伯力城附近漲到50,000到60,000秒公方的極不平衡的逕流規律。黑龙江从石勒喀河与額尔古納河会合处到鄂霍次克海（Охотское море）的落差約有300米。多年平均流量在黑龙江河口达到每秒1,100立方米。

* * *

三十年代末期的紧張国际局势和跟着而来的第二次世界大战，把开發黑龙江水源的进一步考査計划推迟了。

近几年来在远东地区以利用黑龙江流域水能为基础的工業發展远景已很明晰地表示出来了，同时由于夏季暴雨成災帶来的增長損失也証明黑龙江問題綜合解决的必要性，和中华人民共和国成立的同时也建立了为全面考査与包括合乎中苏二国的从黑龙江流域的綜合水力利用而得出来的利益的前提。

苏联从 1954 年起关于利用澤雅河、謝列姆札河和布列亞河規划方案的勘測設計工作已由电站部在进行着。勘測工作表明地質与地形条件对高効能与大型水电站的建筑都是很合适的。

这样在澤雅河上近澤雅城处就在設計具有大大地降低洪峯的总容量为 100 立方公里的水庫，和出力 90 万千瓦的水电站，在澤雅河上的較下一些的在支流格拉馬都赫（Граматух）地区的出力为80万千瓦的第二个水电站是离黑龙江最近的动力樞紐。建立这个樞紐的同时最可貴的肥沃区的一部分澤雅-布利亞平原——远东谷倉，澤雅-布列亞窪地，从澤雅地区起將不会被水所掩沒。这些水电站的單位指标是相当好的：每一千瓦的裝机投資約 3000 盧布，每度电的成本約 1.5 到 1.7 戈比。

在謝列姆札河和布列亞河上也拟有水电站梯級。

在澤雅河，謝列姆札河和布列亞河上的7—8个水电站的总出力为 350 万千瓦，發电量为 190 到 200 亿度。

自然在澤雅河，謝列姆札河和布列亞河上，和首先在澤雅河上的水利建設將显著地改变黑龙江中游和下游的水情，也將提高在黑龙江中游和下游上的預定水电站的动力指标。

將被苏联电站部于 1957 年到 1958 年完成的澤雅河，謝列姆札河和布列亞河的綜合利用規划方案是黑龙江全面綜合問題的具体解决的第一阶段，而已开始的关于黑龙江上游与額尔古納河的利用方案的工作將給黑龙江中游的水能利用方案編制工作的开始創造必要条件。

* * *

1956年关于由中苏科学院共同进行調査黑龙江流域自然資源和生产力發展远景的科学考察工作及由苏联电站部和中国电力部进行的关于編制額尔古納河和黑龙江上游的綜合利用方案的勘測設計工作的北京协定是解决黑龙江問題这一工作进程中有重大意义的标誌。

这决議很明确地确定了关于黑龙江的科学考査和勘測設計工作的方向，按照北京协定的指示于 1956 年 8 月苏联电站部列宁格勒水电設計院的苏联專家为了組織黑龙江上游和額尔古納河的水电勘測工作而和中国电力工業部及水利部的中国專家們在海蘭泡相会了，双方相互熟悉了：黑龙江上游及額尔古納河的研究資料，設計意圖，工

作計划，並且一起进行了黑龙江上游谷地的工程水利調查和可能方案的野外設計。

从有利于水电站建設观点出發对从澤雅河口到黑龙江河源（在額尔古納河和石勒喀河会合处）的全長約900公里的黑龙江下列各段作了調查：

（1）在澤雅河口的16到18公里的海蘭泡地段；（2）古蘭地段（Гуранский）——90公里；（3）苏霍金地段(Сухогинский)——105公里；（4）哥尔沙可夫地段（Корсаковский)——185公里；（5）别罗来頓斯克地段(Белореченский)——199公里；（6）庫瑪拉地段(Кумарский）——225—232公里；（7）卡里佐夫地段（Кольцовский)——291公里；（8）諾沃渥斯克列欣地段(Нововоскресенский)——318公里；（9）庫兹湼佐夫地段（Кузнецовский）——401公里处；（10）奥利金地段（Ольгинский）——472公里；（11）杜布津（Толбузинский）地段——557公里；（12）扎林达地段（Джалиндинский）——694到698公里；（13）斯奇勃湼夫地段（Сгибневский）—— 802公里；（14）阿瑪扎尔地段（Амазарский）—— 859到868公里；（15）波克洛夫卡地段（Покровский）——893公里。

根据地形条件，一般地質構造，建筑条件，蓄水庫調节能力，蓄水庫費用估价和水力工程的初步設計等研究結果，考慮了保証在黑龙江上游建成連續梯級的六个方案，並查明卡里佐夫，哥尔沙可夫和杜布津等地区的水电站壩址不論在水力和建筑方面及地形和地質条件方面都是不合适的，因此把它們从进一步审查方案中除去了。

同时特别审查上游能調节的水电站阶梯划分各方案，这就是：

第一方案——正常高水位420米的阿瑪扎尔水电站和正常高水位300米的扎林达水电站；

第二方案——正常高水位340米的扎林达水电站，在額尔古納河上的正常高水位420米的下額尔古納水电站和在石勒喀河上的正常高水位420米的謝列布良水电站（Серебрянская）；

第三方案——正常高水位282米的扎林达水电站，正常高水位360米的斯奇勃湼夫水电站，正常高水位420米的在額尔古納河上的水电站和在石勒喀河上的正常高水位420米的水电站。

这三种梯級的可能方案的比較表明他們按电能的供給看是相等的，但依基本建設費用則第二，第三方案比第一方案貴20亿到22亿盧布，因此第一方案在黑龙江上游規划方案的相互比較时被采用了。

可能梯級的初步材料比較表表明在奥利金（Ольгинский）和諾沃渥斯克列欣地段的梯級方案是比别的方案較差的，除此之外沿着低分水嶺的这些地段的地質構造也不够好，在古蘭，庫瑪拉和别罗来頓斯克地区的帶有梯級的方案与第一方案有指标的差異不大，但他們的地形和地質条件則比第一方案差。

这些方案的比較結果合于进行勘測工作的适当地段已被公認为：

1．	水头为123米的阿瑪扎尔地段	出力	116 万千瓦
2．	水头为43米的扎林达地段	出力	45 万千瓦
3．	水头为63米的庫兹湟佐夫地区	出力	71 万千瓦
4．	水头为51米的苏霍金地段	出力	63 万千瓦
5．	水头为15米的海蘭泡地段	出力	19 万千瓦
	發电量約170亿度	总出力	314 万千瓦

这方案符合于在梯級的上端建立平均流量为300秒公方的具有总容量为65立方公里的水电站。这个电站可能調节黑龙江上游多年逕流的70%。同时能保証为了黑龙江的上游和中游完全脱离水災所需的防洪庫容。

实現由标高420米的阿瑪扎尔，标高300米的庫兹湟佐夫和标高200米的海蘭泡三个水电站組成的水电站梯級將引起庫兹湟佐夫和海蘭泡的水力樞紐的極大費用，而在那些高程不够的地区也同样要有很大投資的工作量，因此这一梯級方案將在規划方案中特別审查。

按照設計意圖，三个中間的中水头的梯級將在調节后的逕流中工作，把为了与洪水作斗爭的防洪庫容計算在內的庫兹湟佐夫和苏霍金壩址的有效庫容可能不保証逕流的多年調节，同时还將大大增長上游一些梯級蓄水庫的充水期，因此这些壩址在規划方案中被看作是第二位的。

当在黑龙江上游梯級最上为标高420米的阿瑪扎尔水电站时若不調节組成石勒喀河的上源支流鄂嫩河和英戈达河，則石勒喀河的水力利用將是不合适的，至于額尔古納河則在其上可設計一个大的或二个小的迴水高于阿瑪扎尔水电站的梯級，这些建筑的合理性可在額尔古納河規划簡化方案的編制中来确定。

估計到在已审查的梯級方案的勘測工作过程中可能碰到不良的地質条件，所以在工作計划內預計將在主要梯級上發現不良地質構造时来完成的在預备地段上的工作。

为了規划方案的完整起見，在勘測計划間預計了在黑龙江上游其他次要地段建立六个水电站壩址的簡化調查。

* * *

在黑龙江上游进行着的勘測工作的总現况大約如下：

在黑龙江上游于扎林达地区的苏联电站部列宁格勒水电設計院与中国电力部的勘測队已組成，並已进行了工作，中国勘測队的供应基地在黑河。

水文方面用来补充水文气象局的五个研究黑龙江上游和額尔古納河地区的逕流的水文气象站已开始工作：

（1）在額尔古納河上：在新楚魯海圖（ново-Цурухайтуй）地区，在烏留賓諾（Урюпино）地区，和一个在額尔古納河支流嘎齐姆尔（Газимуре）河上的露天水文气象站。

（2）在黑龙江上游：在波克洛夫卡地区，在頓尔諾也夫地区（Черняев），在庫瑪拉地区(Кумара）。

列宁格勒水电設計院已建立了五个补助測水点，由中苏專家在进行工作。

1956年冬季进行着黑龙江上游谷地的冬季路綫調查。

地質方面在黑龙江上游的扎林达和阿瑪扎尔进行着鑽探工作。一个壩址由苏方鑽探，而另一个壩址則由中方鑽探，同时在完全平等与互助的基础上由苏方作技术領导。

在黑龙江上游的其他梯級上的地質工作將以初步协定为基础而在勘測队間分配。

地形方面扎林达地段的平面圖已由苏方于1956年完成。

黑龙江上游主要勘測量双方將在均等基础上完成：

地質方面

岩心鑽进……………………………………10,000米

手式鑽进……………………………………11,500米

試坑鑽进…………………………………… 2,700米

水平隧道鑽进………………………………　440米

苏联境內的黑龙江上游谷地面积約24000平方公里比例为1：200000的工程地質圖將由莫斯科罗曼諾索夫大学完成，中国境內的这一面积为25000平方公里的圖預計由中国地質部完成。

地形方面

1：10,000 的地形圖……………………135 平方公里

1：25,000 的地形圖……………………270 平方公里

为了編制縱剖面圖，將完成黑龙江上游谷地1450公里並包括其中游一部份的同一天水位高程的联系。

*　　*　　*

由其他單位完成的在黑龙江上游，額尔古納和石勒喀河的規划方面的工作將是：

а）林業部：伐林，清林及流放木材的裝置。б）河运部：蓄水庫的开拓和黑龙江貨运發展远景的規划。в）漁業部：查明黑龙江流域漁業發展远景。г）工業部：利用黑龙江上游，額尔古納和石勒喀河的水电站动能基地的巨大用电生产方案的制訂。

結　　論

1．黑龙江上游，額尔古納河和石勒喀河的綜合利用規划方案只能在以苏联电站部和中国电力工業部及水利部关于黑龙江上游，額尔古納河和石勒喀河自然条件的大量勘測工作的結果上才能制訂。

2．考虑到：1）关于黑龙江上游調查地区逕流水能調节的水利計算的完成；2）蓄水庫地区不同标高的經济核算；3）不同电能用戶的調査；4）水力樞紐構造和建筑

型式的拟定。黑龙江上游，額尔古納河和石勒喀河綜合利用規划方案的設計工作將許可苏联电站部列宁格勒水电設計院和中国电力部及水利部的中国專家們一起作出黑龙江上游，額尔古納河和石勒喀河的水力利用規划方案的具体决議。

3. 苏联科学院生产力研究委員会考察队和中国科学院考察队对于黑龙江上游和額尔古納河的資料，以及由中苏科学院制訂的計有鄰接地区的經济發展远景，並被利用在黑龙江上游和額尔古納河規划方案的編制中。

4. 为了解决与黑龙江上游，額尔古納河和石勒喀河規划方案組成有关的任务的决議，还將被利用按苏联电站部和中国电力部及水利部的任务，而由其他各部完成的某些問題的研究所得資料。

5. 即將被完成的关于澤雅河，謝列姆札河和布列亚河的綜合利用規划方案的組成工作和利用黑龙江上游規划方案的設計勘測工作的开展，允許提出在海蘭泡城以下黑龙江中游勘測工作开展合适性的問題。在黑龙江上游，澤雅河和布列亚河的按时設計勘測工作量与黑龙江中游某些工作相結合的必要性，是由上述河流的水能工程和解决黑龙江中游的水能工程相互关联而定的，而黑龙江中游的狀况在設計条件下則直接影响着黑龙江上游和黑龙江中游左岸支流的水源綜合利用規划方案的解决。

附註： 1. 根据苏联部長会議的决定，苏联科学院生产力研究委員会（远东綜合考察队），在苏联科学院克尔日昂諾夫斯基动能研究所的参加下，于1953—1954年对澤雅河流域进行了水能考察。这个考察队确定了澤雅河上的主要水电站——澤雅水电站的位置，將其从吉柳依河口（本电站于1932年被水电設計院預选在此）移近澤雅城，並在澤雅河中游預选了一系列的壩址。1955年5月，科学院的建議案經苏联国家計委技术經济檢驗委員会批准。这項建議案就成为了列宁格勒水电設計院于1957年所制訂的澤雅河逕流利用規划的基础。

2. 苏联科学院生产力研究委員会在苏联科学院克尔日昂諾夫斯基动能研究所的参加下，于1953—1954年开始对黑龙江上游和中游水能利用的条件进行了研究。1955年，苏联科学院生产力研究委員会黑龙江綜合考察队水能小队在中华人民共和国代表的参加下，第一次在黑龙江上游和中游的全部河段进行了初步考察研究和选定了菲尔索夫同志报告中所列出的壩址（15个），这些壩址原是苏联科学院于1953—1954年在黑龙江上进行工作后初步选擇的。对黑龙江上游水电站梯阶的各种方案进行比較后，苏联科学院生产力研究委員会黑龙江考察队提出了包括札林达，庫茲涅佐夫，苏霍金和海蘭泡水电站的四級开發方案，以便作进一步研究。对此方案1956年春季在北京已作过报告，在討論黑龙江流域考察計划以后，中苏兩国黑龙江考察队的水能工作者在共同野外考察期間进行就地視查以后，並决定对此方案进行共同的中苏勘測設計工作。这項工作，苏联电站部水电設計院和中国电力工業部已于1956年秋季开始进行。

（李德元补譯）

額尔古納河的逕流調节和水能利用

C.B. 波多里斯基　周德亮

緒　　言

額尔古納河的水能研究是在1956年7月至1957年3月期間由中苏双方科学院黑龙江綜合考察队水能队进行的，野外的勘査工作在中国科学院黑龙江綜合考察队队長水利部副部長馮仲云和苏联科学院黑龙江綜合考察队队長克洛包夫博士共同領导下于1956年夏季完成。

野外勘査之后編制了共同的野外工作报告，其中列述了勘査的結果和初步結論。

在野外考察結果的基础上所进行的室内工作，是由本学术报告的作者：技术科学副博士 C.B. 波多里斯基（苏联科学院生产力研究委員会），初級研究員巴布林（苏联科学院动能研究所），周德亮工程师、袁子恭（中华人民共和国电力工業部長春水电設計院）及王紹誠（中华人民共和国水利部哈尔濱設計院）于1956年11月至1957年2月期間在莫斯科完成的。

野外工作及室内研究的学术領导，苏方是克洛包夫博士（苏联科学院生产力研究委員会及动能研究所），中方是謝家澤教授（中华人民共和国水利部北京水利科学研究院）。

一．額尔古納河的水文特性

（一）額尔古納河水文地理的簡單描述

額尔古納河起源于中华人民共和国領土上大兴安嶺的西南坡，在这里它被称为海拉尔河。海拉尔河的流向大致为西北方向，到达中苏国境以后，沿国境綫直到河口为东北方向。

河流全長1453公里，其中在中国領土上有537公里，流域面积为161,000平方公里，其中在中国方面有117,000平方公里。

海拉尔河在上游段为山区和森林地帶，在下游部分为丘陵平原，这里河流是在平緩的河岸中流过。

額尔古納河的上游段（自国境綫起至卓尔戈里村）系通过河谷很寬的（4—20公里）丘陵开濶地帶。在右岸的大支流（根河，得尔布里河及哈烏里河）滙合之前河流並無支流加入，坡降很小，而且分支成許多的河叉。

在哈烏里河河口至新楚魯海圖村之間的河段上，河谷显著地收縮，分叉減小。

額尔古納河中游及下游部分是陡斜的狹窄河谷。在此段內額尔古納河有許多支流注入。其中最大的几个均起源于大兴安嶺：如貝尔次河，阿巴河，鳥瑪河等。从左岸注入額尔古納河的較大支流有鳥洛夫河及嘎基木尔河。

在靠近中苏国境的地方，額尔古納河由一天然河道（木特納）和达賚諾尔湖相連結。根据文献資料記載，河道水流移动情况系根据額尔古納河的水情及湖中水位变化而具有兩个方向，即湖水位高而河水小时，湖水向河流出，反之，河水向湖流入。

在1956年的野外工作期間，关于达賚諾尔湖和木特納河道的調査結果与上述記載不同。据漁業站工作人員說，在他們的記忆中（最近10—15年），此河道內观察到的只有一个水流方向，即由河流向湖泊。

（二）額尔古納河的多年平均逕流

額尔古納河的逕流在目前研究的很少。不算支流該河共有9个水文站，其中在中国部分只設有一个站。流量的測量只在兩个站进行：海拉尔市和新楚魯海圖村。

在海拉尔市原有的水位站系設置于鉄路桥旁，該站开始于上世紀末，但是1945年以前的水位数据均已散失[1)] 1953年在海拉尔市下游（左岸大支流伊敏河注入点之下游）設立水文站，並自1954年起进行流量观測。

伊敏河上的海拉尔水文站在1954年建立，並自1955年起进行流量观測。这兩个站的水位流量关系曲綫見圖1。

上述兩站現有的2—3年观測資料（年內只有3—4个月）不能給出关于額尔古納河及伊敏河的多年平均逕流的概念（表1）。

表 1　海拉尔市水文站观測資料的月平均流量

月 年	6	7	8	9	估計的年平均流量
1954	—	235	117	135	90
1955	232	403	146	272	120

新楚魯海圖村水文站具有自1904年到現在为止的水位資料，但其中有中断期。1951—1953年在新楚魯海圖曾进行了流量实測，並得出水位流量关系曲綫。在此三年內得出的曲綫上，各測点的偏离程度很小，这說明在此壩址处河床相当稳定。因此可以作为根据水位延長1904至1953这一时期夏季流量的基础。

河流的逕流在年內分配很不均勻，如1951—1953年月平均流量过程綫所表明的那样，河流具有極明显的历时六个月的（V—X）夏季洪水期。在此时間平均通过年逕流量的86%。其余無实測流量的年份，其夏季洪水期（V—X）的逕流量可以根据

1）海拉尔水位站的观測資料，或許可能在已經移交給中国的中長鉄路档案处能找到。

水位資料及水位流量关系曲綫获得， 然后根据上述的固定比値 86% 推求各年的年逕流量（表 2 ）。根据得到的数字， 額尔古納河在新楚魯海圖的多年平均流量为 98 秒公方，其变差系数 Cv＝0.38。

表 2 額尔古納河新楚魯海圖及河口兩壩处年平均流量（秒公方）

（上边的数字为新楚魯海圖，下边为河口）

年	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
年平均流量	709	663	235	336	190	360	522	428	59 158	77 125	86 176	34 202	110 409	80 225	150 515
年	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925
年平均流量	91 192	70 257	71 245	88 374	96 289	96 215	38 153	61 182	106	641	147				154
年	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
年平均流量	194	210	255	687	438	463	417	419	458	83 451	117 552	94 381	130 454	106 391	151 404
年	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953		
年平均流量	159 421	98 467	140 710	62 327	98 213	55 439	90 333	156 526	98 387	74 275	109	151	148	98 358	

額尔古納河河口处的各年平均流量値，系由黑龙江波克洛夫卡站各年年平均流量減去石勒喀河河口（根据靠近查索娃亞的水文站資料）的相应各年年平均流量而得出（表 2）。这样，就得出了額尔古納河河口处 53 年的逕流系列，多年平均流量为 358 秒公方。河口处逕流的变差系数（Cv＝0.45）比新楚魯海圖的大些。

为了闡明沿額尔古納河全綫逕流增長的概况，像新楚魯海圖，河口，位于中游的嘎基木尔河，以及其他一些支流的逕流資料就成了最基本的根据。除了水文观测資料外，还利用了間接的有关逕流資料。这些是由不同的作者，在降水和蒸發資料的基础上用平衡方法得出的。在圖 2 上，为了相互比較，繪有三組平均逕流模等値綫：根据 Б. Д. 扎依柯夫圖〔2〕，苏联水利資源手冊〔1〕和 В.А. 特洛次基的資料〔3〕。对額尔古納河流域中苏双方部分包罗最詳細的是特洛次基的資料， 这些資料被采作額尔古納河流域水文特性的基础（表 3 ）。根据特洛次基的等値綫进行了逕流計算，但是得到了偏高的結果。在新楚魯海圖壩址得到的多年平均逕流为实測的 1.7 倍，而在河口处为 2.9 倍。

由气象資料得出的多年平均降水量（表 4 ）与根据特洛次基等値綫求出的相互对比表明，它們具有很好的吻合性。显然，根据特洛次基的資料所得額尔古納河逕流偏大的情况，可以說是由于正常年蒸發量偏低的結果所造成的。所以在本报告中，保留

表 3　額尔古納河水文特性

流域名称	位置	至河口距离（公里）	流域面积（平方公里）	額尔古納河集水面积（10³平方公里）	逕流模数（秒升/平方公里）	流域多年平均逕流（秒公方）	額尔古納河多年平均逕流（秒公方）	額尔古納河逕流模数（秒升/平方公里）
1	2	3	4	5	6	7	8	9
小支流	中苏国境		5,430	55.3	0.28	1.5	46.1	0.83
〃	庫基村		5,850	61.2	0.27	1.6	47.7	0.78
〃	旧楚魯海圖村		2,980	64.2	0.27	0.8	48.5	0.76
〃	根河河口		300	64.5	0.67	0.2	48.7	0.76
根河	根河河口	652	15,780	80.2	2.30	36.2	84.9	1,06
得尔布里河	河口	645	6,750	87.0	1.85	12.5	97.3	1.12
小支流	新楚魯海圖村		370	87.4	0.81	0.3	98.0	1.12
烏魯留規河	〃	608	6,060	93.4	1.39	8.4	106.4	1.14
小支流	上包尔加河河口		230	93.6	1.74	0.4	106.8	1.15
上包尔加河	河口	575	4,140	97.7	1.83	7.6	114.4	1.17
小支流	中包尔加河河口		1,200	98.9	1.67	2.0	116.4	1.17
中包尔加河	河口	509	1,650	100.6	2.13	3.7	120.1	1.19
下包尔加河	河口	504	1,730	102.3	2.43	4.2	124.3	1.21
小支流	依沙加村上		2,160	104.5	2.78	6.0	130.3	1.25
小支流	达姆苏村上		260	104.8	2.70	0.7	131.0	1.25
莫爱尔道开河	河口	405	2,700	107.5	3.78	10.2	141.2	1.32
小支流	貝尔次河河口		2,080	109.7	3.85	8.0	149.2	1.36
貝尔次河及其他	貝尔次河河口	300	16,570	126.3	4.12	68.3	217.5	1.72
小支流	阿巴河河口		240	126.5	3.74	0.9	218.4	1.72
阿巴河	河口	273	2,550	129.1	4.24	10.8	229.2	1.77
烏洛夫河	河口	273	4,360	133.5	3.14	13.7	242.9	1.82
小支流	烏瑪河河口		1,210	134.7	3.47	4.2	247.1	1.84
烏瑪河	河口	218	1,930	136.6	4.14	8.0	255.1	1.88
小支流			1,050	137.7	3.33	3.5	258.6	1.89
烏留姆干河	河口	175	3,810	141.5	3.15	12.0	270.6	1.92
小支流			240	141.7	3.33	0.8	271.4	1.92
布秋姆干河	河口	153	1,360	143.1	3.16	4.3	275.7	1.93
小支流			730	143.9	3.46	2.7	278.4	1.93
嘎基木尔河	河口	112	12,050	155.9	4.80	58.0	336.4	2.15
小支流			2,730	158.6	4.14	11.3	347.7	2.18
包洛逊謝洛夫卡河	石勒喀河河口	2	2,360	161.0	4.62	10.9	358.6	2.22

了特洛次基的額尔古納河流域逕流模数等值綫圖区域性变化的曲綫，但減小它們的数值，以便使得由流域面积和逕流等值綫求出的逕流数值与新楚魯海圖和河口兩处的水文实测資料相符合。

这样得到了由国境綫起到河口止，沿額尔古納河的多年平均流量增長綫。該綫列于水能藴蓄圖上（第2章）和表3，表5。

（三）額尔古納河的最大逕流

額尔古納河最大逕流的資料只可能在兩个壩址得到：新楚魯海圖和河口。

表 4　額尔古納河流域多年平均降雨标准的比較（根据气象局資料和特洛茨基圖表）（毫米/年）

編號	气象站名称	按气象局資料		按特洛茨基圖表所得降雨标准	备註
		觀測期限（年）	降雨标准 毫米/年	毫米/年	
1	2	3	4	5	6
1	中国方面齐齐哈尔	20	453		
2	扎蘭屯	19	478	400	各站分佈在齐齐哈尔和海拉尔之間
3	阿尔山	3	514	400	
4	免渡河	19	364	360	
5	博克圖	17	460	450	
6	海拉尔	35	331	330	
7	苏联方面开拉斯圖		215	300	
8	新楚魯海圖		268	330	
9	涅尔津工厂		368	380	
10	欧洛契		289	380	
11	烏洛夫河口		339	450	
12	波克洛夫卡		402	400	在黑龙江本流內
13	扎林达		398	350	
14	切尔涅也欧		368	300	

表 5　額尔古納河水能蘊蓄圖計算

河段編号	河段長度（公里）	河段坡降（‰）	多年平均流量（秒公方）			水头（米）	出力（千瓦）	單位出力 千瓦/公里	沿河出力增長值（千瓦）
			河段首部	河段尾部	平均				
1	211	0.10	46	48	47	22	10,100	48	10,100
2	53	0.13	48	50	49	7	3,360	68.5	13,460
3	7	0.29	85	85	85	2	1,660	237	15,120
4	37	0.16	97	99	98	6	5,766	156	20,880
5	33	0.18	109	108	108	6	6,360	193	27,240
6	21	0.10	116	116	116	2	2,280	108	29,520
7	6	1.33	116	116	116	8	9,120	1520	38,640
8	39	0.06	116	118	117	2	2,300	59	40,940
9	5	0.04	121	121	121	0.2	238	48	41,178
10	99	0.27	126	132	129	27	34,400	348	75,578
11	37	0.54	149	151	150	20	29,400	795	130,778
12	68	0.27	143	149	146	18	25,800	380	101,378
13	28	0.32	218	220	219	9	19,440	690	150,218
14	9	1.00	244	244	244	9	21,600	2400	171,818
15	7	0.14	244	244	244	1	1,400	344	174,218
16	6	1.35	244	244	244	8	19,200	3200	193,418
17	32	0.44	244	246	245	14	33,600	1050	227,018
18	43	0.33	256	258	257	14	35,700	830	262,718
19	22	0.27	271	271	271	6	15,900	720	278,618
20	41	0.22	276	278	277	9	24,400	600	302,018
21	11	1.00	336	338	337	11	36,400	3300	334,818
22	100	0.34	337	346	341.5	34	114,000	1140	452,418
	=916					258			

在第一个壩址最大流量是用一般的方法求出的，即根据一年的最高日水位和水位流量关系綫。最大流量是在1948年，其値为720秒公方。

为了确定河口处的最大流量，曾經比較黑龙江（波克洛夫卡）和石勒喀河（查索娃亚）的每日流量，同样也与由日也哥多其（жегдочи）水文站得到的額尔古納河的水位变化进行比較。对上述三站日流量和水位的分析，並考慮到逕流到达时間，我們能够求出額尔古納河河口处的最大流量値。其中最大的一次出現于1914年，其値为7,200秒公方。必須指出，1897年5月3日在波克洛夫卡村曾經出現过最大的历史洪水位（圖表中零点以上1,095厘米）。在开敞河床情况下，相应于这个水位的河中流量將是21,250秒公方。在这个时候石勒喀河河口的流量为1,820秒公方。这样一来，額尔古納河就应該是19,430秒公方。

但是关于当时波克洛夫卡村河床狀况的任何材料都沒有。根据發生的时期来看，这样的高水位，显然在某种程度上是由于流水和冰壩而造成的。因此，事实上相应于上述水位的波克洛夫卡的流量，要小得多。所以在研究額尔古納河的最大逕流时，上述的洪水並沒考慮在内。

額尔古納河新楚魯海圖及河口的最大逕流主要数据列于表6中。

表6 額尔古納河新楚魯海圖及河口最大逕流主要特征値

观测地点	观测期限年	最大流量（秒公方）				Cv
		最大实测	平均实测	P=1%	P=0.1%	
新楚魯海圖	27	720	410	900	1,180	0.36
河口	48	7,200	1,900	8,700	13,200	0.64

新楚魯海圖壩址的最大流量数値較低，这可由几个因素来說明。

額尔古納河自海拉尔市到新楚魯圖百余公里的長度上是沒有支流的。具有寬濶的分叉河灘，形成为很大的天然蓄水池。所以海拉尔河上游的所有洪水向下流动时，由于分散和停蓄的作用而減小了。

在新楚魯海圖之前有三个右岸大支流注入（其中主要的是根河），这些支流的特性均为暴雨洪水河流。但是，在它們的注入地点和其靠近的下游部分，額尔古納河的河谷显著地扩大（达到20公里），形成了一个巨大的盆地。这个盆地可以在很大程度上儲蓄根河，得尔布里河和哈烏里河上持續不久的强烈的暴雨洪水。

自新楚魯海圖向下，右岸开源于大兴安嶺斜坡的暴雨支流的逕流比重增大，河床縮窄，与此同时河流的最大流量也增長。在新楚魯海圖和河口之間的各壩址处，相应的最大流量値是按照最大流量和流域面积增長的关系曲綫的比例分配求出的。

二．額尔古納河水能蘊蓄圖

額尔古納河水能蘊蓄特性只是由国境綫起至河口这一段（沒有包括海拉尔河）。

繪制縱断面的原始資料是比例尺为 1：100,000 的地形圖，流域面积增長綫的繪制利用了 1：1,000,000 的地形圖，因为沒有航道圖，所以在繪制縱断时，是根据 1：100,000 的地形圖上的河流水路划分的（量規的开度为 2 公里）河流各不同河段上的多年平均流量值，是根据修正后的 B.A. 特洛茨基所作出的逕流模数，用上一章所述的方法而确定的，出力是以各段首尾兩点多年平均流量的平均值計算的。

在 916 公里的河長中，总的落差为 286 米（平均坡降为 0.26‰），总出力值为 450,000 千瓩，河流的縱断面具有凸起的形狀，因为該河的上部份具有極小的坡降（i＝0.10—0.15‰），而下部分的坡降則較大(i＝0.3—0.35‰)，河流的上部（由国境起到卓尔戈里村)是最平緩的一段,同时动能方面的价值也最小：在 362 公里的長度上（全長的 40%）河流只有 45 米落差，而能量仅有全部能量的 6.5%。这一河段上的單位出力値平均在 50—200 千瓩/公里之間，下一部分（由卓尔戈里村到河口）具有很大的坡降（达 1.35‰）和水量，單位出力値平均为 50—1,200 千瓩/公里，在許多險灘处（6—10 公里長度上有达 9 米的落差）單位出力可达 3,300 千瓩/公里。

由于缺乏足够的水文資料，某一計算保証率的枯水年出力的計算是难于进行的。1904年枯水年（保証率为 90%）的出力的一般概念（对新楚魯海圖和河口来說）可由下列数字得出。在新楚魯海圖壩址 1904 年的平均流量为 59 秒公方，而在河口处为 158 秒公方，前者逕流佔多年平均逕流的 60%，而后者佔 40%，如果沿河平均取枯水年的逕流和中水年逕流之比値为 50%，則于保証率为 90% 的枯水年內該河的出力可以大致估計为 220,000 千瓩。

有关水能蘊蓄圖的詳細計算結果列于表 3 和表 5。

三．額尔古納河水能利用規划方式的选擇

（一）梯級各方案的技术經济指标

在額尔古納河自老楚魯海圖到河口的河段上，于 1956 年的野外工作期間曾經选出並研究了 16 个可以布置壩后式电站的壩址。这些拟定的壩址和其他許多可能壩址比較，具有較好的修建水工結構物的条件：即較小的工程量，良好的地質条件，以及方便而够大的建筑場地。

对所有的壩址測繪了河谷的横剖面，拟定了建筑場地，同时对建筑地質条件作出了簡略的評价（見附录 I）。

各拟定壩址水庫的地形特性是由 1：100,000 的地形圖得到的，这些和横剖面

表 7 壩址基本特性

編号	坝址名称	河口距（公里）	最高上游水位（米）/下游水位	最大水头（米）	最大水头时坝址平均寬度（米）	采用的多年平均流量（秒公方）	最大水头时水庫面积（平方公里）	工作水深为最大水头的1/3时有效庫容 10^8 立方米	鉄路綫長度（公里）	地質条件簡單評价
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	归楚魯海圖	670	/507		2500					
2	新楚魯海圖	621	532/506	26	1900	98	900	2.25	145	坚硬花崗岩，条件良好
3	額尔古納泉	413	/460	—	—	—	—	—	—	斑岩，条件良好
4	戈尔布諾夫卡	450	510/473	37	440	129	670	1.48	22	片麻岩及花崗岩，条件良好
5	額尔貢斯克	384	497/450	47	435	144	470	1.10	60	玄武岩，需要研究
6	依里亞	365	503/445	58	480	146	750	0.76	90	花崗岩，条件良好
7	照克且卡	342	/440	—	—	—	—	—	—	—
8	維列亞（下）	332	/437	—	—	—	—	—	—	—
9	烏洛夫河口（上）	297	475/418	57	490	219	200	0.36	160	花崗岩，条件良好
10	烏洛夫河口（下）	267	466/405	61	570	244	240	0.45	175	輝長岩，閃長岩，条件良好
11	烏瑪	210	451/374	83	530	256	250	0.62	280	閃長岩，条件良好
12	魯比亞河口（上）	192	/370	—	—	—	—	—	—	—
13	魯比亞河口（下）	181	/368	—	—	—	—	—	—	—
14	烏留比諾	157	437/362	75	420	271	260	0.53		花崗岩，条件良好
15	穆其干	90	425/338	87	430	330	340	0.59	100	花崗岩，条件良好
16	第三陡崖	30	/316	—	—	—	—	—	—	—
17	磚砌陡崖	29	/315	—	—	—	—	—	—	—

表 8　額尔古納河水电

方案	水电站名称	距河口（公里）	正常高水位(米)	下游水位(米)	最大水头(米)	平均水头(米)	多年平均流量秒公方	有效庫容（立方米）
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	額尔貢斯克	384	495	456	39	34	134	3.0
	烏洛夫河口（下）	267	455	411	44	38	230	1.7
	穆其干	90	410	339	71	70	327	0.5
2	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	戈尔布諾夫卡	450	508	474	34	32	119	4.6
	烏洛夫河口（上）	297	471	424	47	40	209	2.0
	穆其干	90	423	339	84	75.8	326	3.9
3	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	依里亞	365	501	446	55	48	136	3.0
	烏瑪	210	445	381	64	56	240	3.6
	穆其干	90	330	339	41	38.5	320	0.5
4	戈尔布諾夫卡	450	508	472	36	31	129	5.0
	烏洛夫河口（上）	297	471	424	47	40	214	2.1
	穆其干	90	423	339	84	45.8	332	4.0
5	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	戈尔布諾夫卡	450	508	474	34	32	119	4.6
	烏洛夫河口（上）	297	471	424	47	40	209	2.6
	烏留比諾	164	425	253	62	58	259	1.4
	穆其干	90	362	339	23	23	326	0.0
6	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	戈尔布諾夫卡	450	508	474	34	32	119	4.6
	烏洛夫河口（上）	297	471	424	47	40	209	2.0
	烏瑪	210	425	375	50	45.5	244	1.0
	穆其干	90	374	339	35	35	323	0.0
7	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	依里亞	365	501	442	59	52	136.5	3.2
	穆其干	90	423	339	84	74	325	4.8
8	新楚魯海圖	621	530	508	22	19	98	4.8
	依里亞	365	501	442	59	52	136.5	3.2
	烏留比諾	164	435	368	67	58	258	3.5
	穆其干	90	367	339	28	25	324	0.8

站动能經济指标

調节系数	水庫相对庫容	裝机容量10^3千瓦	多年平均發电量10^6千瓦时	保証电能10^6千瓦时	水电站基本投資10^6盧布	水电站單位基本投資 盧布千瓦	盧布/千瓦时	电能成本 戈比/千瓦时
10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.89	1.56	24	118	104	565	24,000	4.8	13.7
0.86	0.71	60	309	265	439	7,100	1.4	4.3
0.68	0.28	120	603	414	720	6,000	1.2	3.1
0.59	0.24	315	1,580	940	1,116	3,530	0.7	2.0
		520	2,610	1,723	2,840			
0.89	1.56	24	118	104	565	24,000	4.8	13.7
0.91	1.24	50	256	232	352	6,900	1.4	4.8
0.72	0.31	115	579	417	656	5,650	1.1	3.8
0.67	0.39	340	1,710	1,150	1,669	4,900	1.0	2.6
		530	2,663	1,903	3,242			
0.89	1.56	24	118	104	565	24,000	4.8	13.7
0.85	0.70	90	437	375	795	9,100	1.8	5.0
0.74	0.48	185	930	690	1,009	5,040	1.1	3.0
0.65	0.05	170	860	557	584	3,400	0.7	2.2
		470	2,345	1,726	2,953			
0.67	1.22	54	268	175	258	6,700	1.2	3.6
0.59	0.31	120	593	356	668	5,600	1.1	3.3
0.59	0.38	350	1,740	1,020	1,699	4,900	1.0	2.6
		524	2,600	1,551	2,725			
0.89	1.56	24	118	104	565	2,400	4.8	13.7
0.91	1.24	50	256	232	352	6,900	1.4	4.8
0.72	0.31	115	579	417	656	5,650	1.1	3.3
0.68	0.30	200	1,010	712	899	4,450	0.9	2.5
0,59	0.0	105	525	312	356	3,400	0.7	2.6
		494	2,488	1,777	2,828		1.1	
0.89	1.56	24	118	104	565	24,000	4.8	13.7
0.9	1.24	50	256	232	252	6,900	1.4	4.8
0.72	0.31	120	579	417	656	5,650	1.1	3.3
0.68	0.13	150	165	525	677	4,430	0.9	2.8
0.61	0.0	160	790	462	501	3,200	0.6	2.1
		494	2.508	1,740	2,751			
0.89	1.56	24	118	104	565	24,000	4.8	13.7
0.85	0.73	95	486	404	790	8,100	1.6	4.5
0.66	0.46	340	1,680	1110	1,659			
		460	2,284	1618	3,014			
0.89	1.56	24	118	104	565	24,000	4.8	13.7
0.85	0.73	85	486	404	790	8,100	1.6	4.5
0.70	0.43	210	1,040	734	1,082	5,200	1.0	2.8
0.63	0.03	115	565	360	404	3,580	0.7	2.4
		434	2,209	1,602	2,841			

一起置于同一圖中。

这些被考察的壩址的一些主要特性列于表7，而它們的位置表明于圖9。

梯級方案是根据水力樞紐数目最少，而又充分利用河流落差的原則拟定的，並假定黑龙江上游电站是扎林达（正常高为333米）。为进行比較，曾选出八个方案：兩个三級的，四个四級和兩个五級的。各級的正常高水位是以地形条件最大可能性确定的，但又以和上級电站重复水头最大为5米作限制。

在三級开發方案中，和所有其他各方案中，如果單純从尽量利用河流落差的条件出發，認为最上級（新楚魯海圖）和最下級（穆其干）兩电站是必須存在的，不能由其他壩址的电站来代替。

位于新楚魯海圖以上49公里的旧楚魯海圖，对修建水电站来説是極不利的，因为断面很寬（2.5公里），同时，一般看来地質条件較坏。此外旧楚魯海圖的电站將有很小的發电量和出力，因为不能利用在其下游注入的根河，得尔布里河及哈烏河的逕流。

下級电站設置在和穆其干壩址大致等寬的磚砌陡崖壩址看来也是不适宜的。一方面是由于和扎林达电站的水位啣接情况（在扎林达电站正常高为333米时，重复水头將近20米），另一方面地質条件也不好（壩址位于十分破裂的花崗岩）。

在三級开發的梯級中，根据水位啣接最大利用河流落差和組成中間电站調节庫容的条件看来，最好的是依里亞电站。

三級开發中間电站放在戈尔布諾夫卡或烏洛夫河口（上）也同样可能是合适的，但是，在这种情况下被利用的河流落差將小很多：相应地减少27和12米。由于这种原因，中間电站为戈尔布諾夫卡或烏洛夫河口（上）的三級方案沒有考慮。

在兩个四級开發方案中（Ⅰ和Ⅱ），依里亞电站由兩个其他电站来代替〔額尔貢斯克和烏洛夫河口（下），或是戈尔布諾夫卡和烏洛夫河口（上）〕，这样就能保証河流的水头全部利用。烏洛夫河口（下）壩址横剖面的測繪表明，在此可以修建的壩高不象由1：100,000地形圖得出的結果那样：可达100米（正常高为505米），而是仅有60米（正常高为466米）。这样的正常高，其上游廻水不能与戈尔布諾夫卡相啣接，而有7米的落差沒被利用，所以烏洛夫河口（下）电站沒和戈尔布諾夫卡电站一起考慮。而是和額尔貢斯克电站一起考慮了。在另外兩个四級开發方案中（Ⅲ和Ⅷ），依里亞电站仍然保留，而在其下游修建烏瑪电站，或者是烏留比諾电站。这时最下級电站的水头將大大减小：由Ⅰ和Ⅱ方案中的85—72米，降低到32—29米，但整个梯級的总利用水头是增加了。

五級方案（Ⅴ和Ⅵ）是由四級方案中降低穆其干电站的正常高水位，並在第三級和第四級之間加入烏留比諾或烏瑪而得来。五級的梯級方案保証河流落差的最大利用。

根据上节所述資料和河流利用分段条件研究的結果，选出来9个最有利的壩址，並且拟定了8个梯級开發方案。

对所有8个梯級方案曾进行了簡略的水能和經济計算，求出了各电站的技术經济指数（表8）。

进行了工程量和造价指数（苏联价値）的計算在此計算中利用了技經报告編制規程，以及动能研究所（ЭНИН）进行經济預算所用的規范和实际資料。

所有水力樞紐的結構物的組成都釆取同一的型式，电站厂房和溢流壩均布置于河床部分，混凝土的非溢流壩均釆用重力式。

由于沒有进行地質鑽探，所以在全部壩址上結構物下面的开挖深度均取为相同：在河床部分平均为8—10米，岸边部分为2—5米。

各水电站的船閘結構由于下列原因沒有考慮。在額尔古納河开發的第一阶段，即仅仅修成上游部分的一个电站之后，对額尔古納河的下一部份航运条件不但沒有改善，甚至由于河流的夏季逕流很大一部份分配給冬季，所以其航行条件反倒是更坏了些。就如过去一样，河流只能通航吃水不大的小船只。在这种情况下，很显然，由普通的貨物轉运办法来代替价値很高的船閘建筑是合理的。在全部梯級电站修成之后，額尔古納河將成为連續的水面重叠的梯級，那时將具有發展航运的良好条件。但是，由于整个梯級的完成，是个相当長久的远景計划，过早地在第一期水力樞紐上修建船閘显然是不适宜的。

逕流調节計算是根据新楚魯海圖和河口兩处的逕流系列进行的。位于它們之間的各壩址的逕流，利用了假想的年平均流量系列。这些假想逕流系列，是用新楚魯海圖和河口之間的逐年区間逕流，根据多年平均流量增長値的比例，分配于各壩址之間的河段上的方法得出的。即：

$$Q_i = Q'_i + \Delta Q_i^{1-2} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta \overline{Q}^{1-2}}$$

其中：　Q_i 为討論的某壩址 i 年的平均流量。

Q'_i 为新楚魯海圖壩址 i 年的平均流量。

ΔQ_i^{1-2} 为新楚魯海圖和河口之間 i 年的平均区間流量。

$\Delta \overline{Q}^{1-2}$ 为新楚魯海圖和河口之間多年平均区間流量。

ΔQ 为新楚魯海圖和所討論壩址之間的多年平均区間流量。

由于所依据的水文資料是粗略的，所以我們可以釆用下列簡化計算的假定。

所有的方案中釆取一样的水庫相对工作深度（对上兩級取用最大水头的30%，对下級取用最大水头的20%）。

在大多數的电站上表現出进行多年調节的可能性，多年調节是根据34年的逕流系列，考慮上游电站的調节和逕流損失，按照固定供水的方式进行的，水庫的多年調

节庫容在逕流系列的开始是認为完全充满的。

由逕流系列和波列士柯夫圖表求出的多年調节水庫容积的对比表明，前一方法得到的庫容大致为后者的兩倍。这种情况只能用額尔古納河的逕流在新楚魯海圖壩址，也同样在河口处，存在着很長的連續枯水年系列这一事实来解釋[1]。

年調节庫容系利用克里茨基和曼克里的計算公式，根据一个相当于保証流量的年平均流量进行計算的〔4〕。

$$v=\alpha\,(t-m)\cdot\overline{Q}\cdot 31.5\times10^6$$

其中： t：年內枯水期的相对持續时間。此处对所有情况采用 0.5。

m：年內枯水期逕流的比重。此处对所有情况采用 0.14。

$\overline{Q}$：多年平均流量。

电站的多年平均發电量是根据平均水头（取有效庫容的一半）和多年平均流量，不考慮棄水而确定的。裝机容量是以 5,000 利用小时計算。

水庫表面正常蒸發量是根据多年月平均的数据，按照包尔加和烏洛夫河口气象站的湿度差及風速而确定的，对前一个气象站計算結果，水面正常蒸發量为 500 毫米/年，而后者为 300 毫米/年，相应于这些数字，对上游（新楚魯海圖）水庫来說正常蒸發量取用 500 毫米/年，对其他各水庫为 400—300 毫米/年。

最后，应該說明，这里沒考慮額尔古納河各水庫对黑龙江上游及中游洪峯削減的影响問題，所以將来必須考慮在額尔古納河电站的水庫上設置防洪庫容的問題。由于所有的梯級方案的計算中都采用上述的一些簡化，所以計算得出的各指标具有同样的精确度，因而可以进行各个不同方案之間的比較。

（二）最有利的梯級方案选擇

根据野外的勘査，壩址特性和梯級划分条件的研究，以及电站技术經济指标（表 8）比較的結果，可以得出下列結論：

1. 額尔古納河（由国境綫起至河口）可以建成 3—5 个电站的梯級。总的裝机容量为 43—53 万千瓦，多年平均發电量为 22—26 亿千瓦时，大多数电站（除掉新楚魯海圖）有良好的动能經济指标：基本投資为 1—2 盧布/千瓦时，电能成本为 2—5 戈比/千瓦时。

2. 額尔古納河上游段（由国境綫起至中包尔加河口）水能利用条件很不好。这里河流坡降很小，河谷寬濶，唯一比較窄的壩址是新楚魯海圖，但是即使这个壩址寬度也將近 2 公里。水力樞紐結構物需要特别大的基本投資（4—5 盧布/千瓦时），电能成本为 13—14 戈比/千瓦时。在代替火电站基本投資为 0.5 盧布/千瓦时和电能成本

1) 这一情况同样可用 1904 至 1914 年期間新楚魯海圖水尺零点标高的可能誤差或河床变形来解釋。

为9—10戈比/千瓦时的情况下，建筑新楚魯海圖电站將是極不經济的。此外，新楚魯海圖电站的水庫具有非常大的水庫面积—約 700 平方公里。在不大的深度和較高的蒸發量（500毫米/年）情况下，水庫將成为一个巨大的水量蒸發池。蒸發損失約为平均年逕流的 12%。同时这些損失並不仅引起新楚魯海圖电站本身的电能減少，而且也影响到所有的下級电站。正如第Ⅱ和第Ⅳ兩方案的梯級电能比較所表明的那样，在第Ⅳ方案中沒有新楚魯海圖电站並不降低全部梯級中的电能[1]。

这样一来，新楚魯海圖电站的动能效益是不大的，經济指标又是不好的。在这个基础上可以說，为了动能的目的修建新楚魯海圖电站是不利的，是不能被采取的。

虽然新楚魯海圖电站的水庫控制着將近該河一半的流域面积上的逕流，却对于額尔古納河下游部份河谷的防洪作用並沒有多大的意义，因为新楚魯海圖壩址处的最大流量只为河口处最大流量的10%。

关于修建新楚魯海圖水力樞紐的問題，可以和其他一些綜合性的計划联系起来解决。例如：將額尔古納河的上游廻水位抬高到和大来諾尔湖一样，这样可以消減該湖水質的鹽化程度，而在这个湖的基础上建立大的漁業企業，再如灌溉附近地区的土地，改变气候等等。这样的水庫会引起大面积貴重土地的淹沒和巨大的蒸發損失。解决这些大的問題，需要进行專門的研究。

3. 由三級电站：戈尔布諾夫卡、烏洛夫河口(上)和穆其干組成的第Ⅳ梯級方案具有最好的动能經济指标(表 8)。这个方案具有各电站之間最好的水位啣接条件，同时和扎林达电站（正常高为 333 米）的啣接也最好，河流落差的利用是最高的，假如黑龙江上游修建阿瑪扎尔电站（正常高为 420 米），則取消最下一級的穆其干电站，仍能保証和烏洛夫河口（上）电站很好的相啣接。这个梯級的总發电量为 26 亿千瓦时，裝机容量为 52 万千瓦。梯級所有电站具有大致相同的經济指标：基本投資为大約 1 盧布/千瓦时，电能成本为 2.5—3.5 戈比/千瓦时。

此方案被認为是最有利的，並作为进一步詳細計算的基础。

4. 在选出的梯級方案中，將烏洛夫河口（上）电站由烏洛夫河口（下）电站来代替，这是值得注意的問題，因为后者可以利用左岸大支流烏洛夫河的逕流，此河的平均流量約为 25 秒公方，兩个壩址相距为 30 公里，具有大概相同的平均寬度（490 和 570 米）。一般看来还有相同的建筑地質条件。上下兩电站的动能經济指标（表 8 Ⅰ Ⅱ）大致是一样的（單位基本投資为 1.1—1.2 盧布/千瓦时，电能成本为3.1—3.3戈比/千瓦时）。我們选擇的方案中沒有包括烏洛夫河口（下）电站，因为它不能很好地和戈尔布諾夫卡电站相啣接，而必須使穆其干电站的正常高水位降低 13 米。同时还因为当黑龙江上游电站不是扎林达，而是正常高水位为 420 米的阿瑪扎尔电站时，則

[1] 在計算中並沒有考虑由于修建新楚魯海圖水电站蓄水量減少而梯級电能有些增加的情况。

將和烏洛夫河口（下）电站产生很大的重迭水头。

在將来詳細研究烏洛夫河口最大可能抬高水位和黑龙江上游电站正常高水位之后，最有利的电站位置可能是烏洛夫河口下游，而不是河口上游，但是这將造成烏洛夫河口地区較大的土地淹沒損失。

四．額尔古納河水能利用的效益及第一期电站的选擇

为了对选擇出的开發方案进行較詳細的計算，並选出第一期电站，必須有关于电站影响区域內用电需要發展远景的資料，以及所研究的水电站的代替火电站的各指标。額尔古納河各电站的影响区域可以划为沿河方向的一个帶狀，其寬度在新楚魯海圖壩址为 150—200 公里，靠近穆其干壩址为 250—300 公里。

額尔古納河电站地区已發展的电能需要在目前还很小，一些小型电站总合算起来其裝机容量共为数千瓩。全部这些电力負荷主要集中在苏联領土的涅尔津工厂，嘎基木尔、麒麟屯等地。这里开采着合金矿的矿石，上述地区之外的部分，国民經济尙沒开發，还沒有具备很大的电能需要量。額尔古納河区域国民經济發展的計划在目前沒有，按照現在进行着的国民經济發展的五年計划，国民經济發展和电能需要的增長將集中于涅尔津工厂工業地区。

額尔古納河中国地区的需电量远景計划，目前还沒有，須待进一步的研究，本报告暫就苏联地区的需要，作为选擇第一期工程的基础。

本地区远景需电的增長情况，根据各个部和不同單位提出的申請分析看来[1)]，一般地可認为如表 9：

表 9

年	1960	1965	1970
每年需要电能 10^6 千瓦时	160	300	600
負荷 10^3 千瓦	35	55	110

可以認为，电能需要增長的情况依賴于現在正在开采着的和新發現的鉛鋅矿，以及白樺树鉄矿区的开采。有这样的意見：在白樺树鉄矿基地修建年产 300 万吨的冶金联合企業、联合企業的位置尙沒最后选出，有直接布置在矿石开采地点附近（戈尔布諾卡地区）和靠近涅尔津斯克等方案。也有的意見認为在麒麟屯地区修建鉛鋅矿联合企業，在全部投入生产的情况下，它將需要 270×10^6 千瓦时的电能（45,000千瓦）。

相应于这些情况，在选出的开發方案的計算中，曾采用了涅尔津工厂工業地区的

1）苏联科学院生产力研究委員会經济科学副博士：В.Н．沙列斯特"赤塔州电能需要發展远景"。

某个假定的需电水平。它的特征值大致如表 10：

表 10

最大負荷 （10^3 千瓦）	每年需要电能 （10^6 千瓦时）	利用小时数 （小时）	12月份日負荷		周不均匀系数
			日負荷率	最小負荷率	
150	900	6,000	0.86	0.70	0.85

由于距离較远（250—400公里），所以認为湟尔津工厂地区电能系統在自己發展的第一阶段將不与其他貝加尔地区的电力樞紐（赤塔、湟尔津斯克、欧罗維揚納亞、包尔加等等）相联系。

額尔古納河上游电站（戈尔布諾夫卡和烏洛夫河口）的影响区域看来是由上述的工業地区决定了，但是，根据自然資源研究和开發的程度，在額尔古納河这部份地区于中国方面出現較大用电对象的可能性还是存在的。

在穆其干电站的影响区域內应当划入額尔古納河下游左右兩岸和黑龙江的最上游部份（波克洛夫卡及其他），同样还有一段鉄路綫（克信也夫卡列至阿瑪扎尔）。

这些电力負荷可以計划由火电站，也可由水电站来滿足。目前在新楚魯海圖地区正修建着容量为 24,000 千瓦的火电站。为了供应湟尔津工厂工業地区的电能，由这个火电站到麒麟屯村已設計好輸电綫。新楚魯海圖火电站是在浩洛諾尔褐煤基础上設計的，具有如表 11 的动能經济指标（根据第一阶段設計的数据）：

表 11

容量 10^3 千瓦	基本投資		电能成本 戈比/千瓦时	設計中采用的燃料 發热量卡/公斤
	总合 10^6 盧布	單位投資盧布/千瓦		
24	113	4,700	12	2,600

現在正研究着关于用杜洛依煤来代替浩洛諾尔褐煤的問題，杜洛依距新楚魯海圖火电站較近。

为了闡明額尔古納河水电站的效益和确定它們的主要参变数，在被代替的电站方面采用了 125,000 千瓦容量，具有 BK—25 型机組的凝汽式电站。同样是以浩洛諾尔褐煤为基础，其發热量，根据最近的数据平均为 3,030 卡/公斤，認为被代替的凝汽式电站同样是靠近新楚魯海圖修建，而电能由此輸送到湟尔津工厂地区。不計入輸电綫投資的被代替凝汽式电站的各指标大致如表 12 。

額尔古納河的水电站能够成为廉价电能的巨大来源。額尔古納河的水能开發，显然应由修建一个最有利的电站开始，然后再根据国民經济發展和需电增長情况来逐漸扩大，第一期修建的电站所在位置能够影响到靠近額尔古納河地区的工業企業的布

置，所以第一期电站的选擇和它的动能經济指标的規定是一个重要的国民經济任务。

表 12

凝汽式电站容量 10^3 千瓦	机　　組	單位投資			电能成本戈比/千瓦时	
		凝汽式电站	煤　　矿		总　　合	其中燃料所佔部分
		盧布/千瓦	盧布/千瓦	盧布/千瓦时		
125	5· BK—25	2,020	1,020	0.16	9.0	4.3

为了这个目的，对选出的梯級方案中的所有电站——戈尔布諾夫卡、烏洛夫河口上和穆其干——进行了單独工作情况下的水能和动能經济計算。根据計算結果选擇出正常高水位和水庫工作深度，确定了保証的和多年平均的电能，保証出力和裝机容量，以及其他的电站参变数。同样也計算出电站的經济指标，並闡明了它們的經济效益，为选擇正常高 НПГ 而計算的結果列于表 13 和表 14 中。計算的原始依据和說明列于附录Ⅳ。这些計算同样是在計算开發方案时所用的水文数据基础上进行的，但是比較前者略为細致和精确。在計算中利用了前节所談过的电能需要和代替凝汽式火电站指标的数据，和淹沒損失数値，这些淹沒損失資料是由苏联科学院生产力研究委員

表 13　額尔古納河水电站选出方案的动能指标（單独工作情况）

水电站名称	距河口（公里）	正常高水位（米）	水头（米）			流量（秒公方）		有效庫容		調节型式	出力（10^3千瓦）		發电量 10^6千瓦时	
			最大	最小	平均	多年平均（不考虑蒸發）	保証	立方公里	β		保証	裝机	多年平均	保証
戈尔布諾夫卡	450	504	30	18	24	129	115	4.5	1.11	多年	22	50	227	198
烏斯奇河口（上）	297	468	49	40	45	219	113	1.3	0.19	年	41	100	575	360
穆其干	90	418	79	53	68	338	195	5.3	0.50	多年	106	250	1,340	980
												400	2,140	

有重复容量 22·10^3 千瓦。

表 14　額尔古納河水电站选出方案的动能經济指标（單独工作情况）

水电站名称	正常高水位（米）	水电站基本投資			电能成本戈比/千瓦时	抵償年限 年	輸电綫路單位投資 盧布/裝机千瓦	輸电成本戈比/千瓦时	抵償年限（考慮輸电綫）年
		10^6 盧布	單位投資						
			盧布/千瓦	盧布/千瓦时					
戈尔布諾夫卡	504	313	6,150	1.4	4.2	14	—	—	—
烏斯奇河口（上）	468	544	5,440	1.0	2.9	9	460	1.0	12
穆其干	418	1,285	5,200	1.0	2.3	7	—	—	—

会黑龙江綜合考察队經济队得到的[1]。水庫的淹沒損失很小，不超过水力樞紐造价本

1）1957 年苏联科学院生产力研究委員会地理科学副博士馬尔果林：“額尔古納河河谷由水災及可能淹沒造成的損失”。

身的 10%，水电站水庫淹沒損失的补償值在戈尔布諾夫卡和烏洛夫河口（上）相应为 30×10^6 和 55×10^6 盧布（佔水力樞紐造价的 10%），而穆其干电站为 20×10^6 盧布（只佔 1.5%）。所以在正常高的选擇中，这些損失值並不起什么影响。

如水能計算結果表明的那样，戈尔布諾夫卡电站具有最大的相对有效庫容 $\beta=1.1$，这个水庫允許在本电站进行多年調节，調节系数 $\alpha=0.9$，在穆其干电站同样可能进行多年調节（$\alpha=0.53$），这个电站具有較大的水庫 $\beta=0.5$。在烏洛夫河口上电站，水庫容积較小（$\beta=0.19$），只能保証年調节。根据中水年的計算結果表明，这里將有較大的棄水，其持續时間的特性由圖 8 中曲綫表明。为利用棄水發出季节电能，在烏洛夫河口上电站裝置約20,000千瓦的重复容量是經济有利的。

所有这三个电站均有較好的經济指标（表14）：电能成本为 2—4 戈比/千瓦时，單位投資为 1—1.4 盧布/千瓦时，抵償年限为 7—15 年。这里如和其他兩电站比較，戈尔布諾夫卡电站具有比較差的指标：电能成本为 4.2 戈比/千瓦时，單位投資为1.4 盧布/千瓦时，但是总的看来此电站的效益还是相当高的：抵償年限为 14—15 年。这样一来，所有三个額尔古納河的水电站都能够很好地同額尔古納河地区的火电站进行比較。在电能用戶被布置在涅尔津工厂地区的情况下，由于距离最近，所以戈尔布諾夫卡电站比其他电站有着显著的优点。为了由烏洛夫河口上电站向工業区輸送电能，需要修建約 150 公里的輸电綫路。輸电綫路的投資提高烏洛夫河口上电站的电能成本，达到 4 戈比/千瓦时，而抵償年限达到 12 年。如此看来，考虑輸电綫路的投資情况下，烏洛夫河口上电站將和戈尔布諾夫卡电站具有大約相同的經济指标。由它們之中选擇一个第一期修建目标的問題只有在詳細設計中来解决。

有这样一个重要的情况可以說第一期目标修建戈尔布諾夫卡电站是有利的，即如果將来紧紧靠近麒麟屯——戈尔布諾夫卡地区修建鉛鋅矿联合企業或冶金联合企業的話，那么戈尔布諾夫卡水力樞紐的修建，在滿足电能需要的同时，又可以解决它們的工業供水。

烏洛夫河口（上）电站的修建(代替戈尔布諾卡)，將能够解决削減造成烏洛夫河口村以下局部水災的額尔古納河洪峯的任务。但是，关于將来烏洛夫河口（上）电站的水庫对其下游河流狀况的影响問題，只能在烏洛夫河口壩址建立了流量观測和获得逕流系列之后来解决。由于水災頻率的縮小和損失程度的減低而得到的經济效益的研究，是具有重要意义的。

但是水庫防洪庫容的确定和其他与削減洪峯有关的一些水利問題，只是对額尔古納河动能开發的第一阶段，也就是对第一期水电站有最迫切的要求。在三个水力樞紐都建成后，河流的全部河谷即將淹沒，这时关于防止額尔古納河河谷發生水災的防洪問題就不存在了。

关于額尔古納河的逕流和它的調节对于黑龙江上游和中游段的洪水形成的影响問

題，是需要專門詳細研究的。

現在只可以指出，額尔古納河的逕流是对黑龙江的洪水有很大影响的。但是仅仅在一个戈尔布諾夫卡或烏洛夫河口来調节逕流，並不能可靠地保証显著削減額尔古納河河口的洪峯。因为在这兩个电站的下游有很大的区間流量。在額尔古納河河口处，为了削減最大洪水 13,200 秒公方到 5,000 秒公方（在 10 天的时間內），就需要有大于 6 立方公里的防洪庫容（上兩电站的全部有效庫容之和才为 6 立方公里），因为它們下游的区間逕流很大，所以即使上述兩电站具有如此大的防洪庫容，还是不能永远保証达到完全削減洪峯的目的。

毫無疑問，对黑龙江的上游和中游的防洪作用，最好的效益將是在額尔古納河所有三个水力樞紐修建以后。

在远离 300—350 公里以外的湼尔津工厂地区利用穆其干电站的电能，初步看来認为是不經济的。同样由此向扎林达或斯列介湼克地区輸电也是不經济的，因为这样一来它的經济指标將要比可能在黑龙江上游修建的扎林达电站坏很多。有关穆其干水电站的可能用电对象的問題，需要进行專門的研究。

在本工作中曾进行了正常高选擇的一般計算，同时又在梯級工作情况下修正了电站的各指标，計算时考虑了上游电站的調节和重迭水头对电能的影响，得到的結果是：在共同工作的情况下，电站的正常高水位抬高到地形条件可能抬高的最高水位是十分有利的。即相应地抬高至 508,471 和 423 米，共同工作情况下，电站的主要指标列于表 5 和圖 10 中。正如預料到的那样，梯級的下兩級电站的經济指标，比單独工作情况下是好多了。

关于單独工作或梯級共同工作情况下，最后选擇电站正常高水位的問題，必須在具有額尔古納河地区国民經济和动能發展的远景計划的情况下，由設計机关来解决。

表 15 額尔古納河水电站选出方案动能經济指标（共同工作情况）

水电站名称	正常高水位米	保証流量秒公方	調节系数 α	相对庫容 β	出力 10^3 千瓦		多年平均發电量 10^6 千瓦	基本投資 10^6 盧布	平單基本投資		电能成本戈比/千瓦时	抵償年限年
					保証	裝机			盧布/千瓦	盧布/千瓦时		
戈尔布諾夫卡	508	115	0.9	1.1	26	60	260	370	6,200	1.4	4.2	14
烏洛夫河口（上）	471	150	0.7	0.36	60	130	625	620	4,800	1.0	2.8	8
穆其干	423	240	0.7	0.45	140	330	1,550	1,450	4,400	0.9	2.0	5

結　論

額尔古納河（自国境起至河口一段）長为 916 公里，落差为 236 米，根据中水年

計算水能蘊蓄量是450,000千瓦，而枯水年（保証率为90%）为220,000千瓦。

在中游和下游（自卓尔戈里村到河口）該河具有良好的水能利用条件，在此河段上可能修建由三个水电站組成梯級：戈尔布諾夫卡水电站（正常高水位508米，裝机容量60,000千瓦），烏洛夫河口水电站（471米，130,000千瓦）和穆其干水电站（423米，330,000千瓦），所有三个电站均具有比較好的經济指标：电能成本2—4戈比/千瓦时，單位投資1—1.4盧布/千瓦时，抵償年限为5—15年。虽然戈尔布諾夫卡电站和其他电站比較具有較差的指标（电能成本为4.2戈比/千瓦时，投資为1.4盧布/千瓦时，抵償年限为14年），但由于靠近將来的电能和供水用戶，所以它將成为額尔古納河水电站建設的第一期工程。

在黑龙江上游修建高水头（达120米）的阿瑪扎尔水电站的情况下，額尔古納河的水电站梯級中可以減掉最下一級穆其干电站。

在研究額尔古納河水能利用条件的进一步工作中，希望考虑以下几个問題：

1. 編制海拉尔河的水能蘊蓄圖，並研究其上游段的水能利用条件。

2. 校正烏洛夫河口电站壩址的地点，因为电站可能布置在烏洛夫河入口的上边和下边。

3. 研究第一期工程戈尔布諾夫卡电站水庫在發生洪水期間对其下游河段水流情况的影响，並确定所需要的防洪庫容。

4. 研究額尔古納河最大逕流对形成黑龙江上游洪水的影响，以及額尔古納河梯級各水庫的蓄洪作用，並确定各水庫所需的防洪庫容。

只有在戈尔布諾夫卡及烏洛夫河口兩壩址組成水文观測並得出关系曲綫及逕流系列之后，后兩个問題的研究才为可能。

参 考 文 献

〔1〕苏联水利資源手册。

〔2〕Б.Д. 扎依柯夫：苏联境內平均逕流及其年內分配。 М.Л. 1946年。

〔3〕В.А. 特洛夫基：苏联水文区域划分。 苏联科学院1948年。

〔4〕С.Н. 克里茨基及 М.Ф. 曼开利：水利經济計算。 Л. 1952年。

〔5〕Б.Л. 埃利赫曼：水能設計間題。 М. 1952年。

（袁子恭譯）

附 錄 1

單独工作情况下戈尔布諾夫、烏洛夫河口（上）及穆其干电站正常高水位的选擇

为了确定單独工作情况下的电站指标，在本工作中进行了水能和动能經济計算，因为第一期电站的修建到全部梯級的完成將需要很長的时間，所以与梯級工作条件同时，又进行了單独工作情况下电站正常高水位的选擇。

于計算中，在戈尔布諾夫卡电站所利用的水文数据，是由新楚魯海圖壩址导引来的（多年平均流量之比値为$\frac{129}{98}=1.31$），而穆其干电站利用了由河口导引来的水文数据（多年平均流量之比値为$\frac{358}{338}=1.06$）。对烏洛夫河口上电站来說，逕流系列是用第三章內談过的比例分配方法得出的。同时对十日平均流量值也是在考慮逕流到达的时間情况下进行了比例分配，以比例分配方法获得的十日平均流量为基础的計算应該認为是十分近似的，同时也具有实际应用的性質。

在戈尔布諾夫卡和穆其干兩电站多年調节是根据固定供水用圖解法进行的。这时对水庫多年庫容的开始狀况認为是半充滿，並且在31—53年之內允許3—4年为破坏年。水庫的年調节容积是由列于本文中的公式求得的。用来进行逕流調节的水庫全部有效容积是根据30%最大水头的水庫工作深度而确定的，保証出力是以調节流量和平均水头(有效庫容的一半)而确定的。戈尔布諾夫卡电站的裝机容量是以具有周調节的冬季日負荷圖而确定的（利用了采取的需电数据和埃尔利赫曼的負荷累积曲綫[5]，並且考慮了备用容量）。穆其干电站的裝机容量，是根据保証电能和4,000小时的利用小时数而計算的。多年平均發电量是在已定的裝机容量条件下，考慮到丰水年的無益棄水而确定的，無益棄水是根据十日平均流量，考慮到不同水头下电站水輪机不同的过水能力而計算的。調节是按照簡略的調配曲綫进行的。

在烏洛夫河口（上）电站是年調节，其所有的水利經济指标是按照兩个典型年的計算而确定的：枯水年（1904年）和中水年（1947年）。由于在烏洛夫河口（上）电站于中水年內有很大的棄水量，故在本电站按裝产生季节电能的重复容量是显得合理的。

所有的水能和动能經济指标，以及同被代替火电站的指标的对比，是以四个正常高方案进行計算的，計算的結果列于附录后边的表內和圖中，正常高的选擇沒有考慮輸电綫的投資在內。

对全部三个电站計算的結果，最有利的正常高水位是在地形条件最大可能高程以下4—5米的高程。

黑龙江流域动能發展条件和远景

技术科学博士 C.B.克洛勃夫 經济学副博士 B.A.謝列斯特

黑龙江流域生产力的广濶發展必須有巨大而可靠的动能基础，为建立这样的动能基础，黑龙江流域具有很好的条件。本流域內的动能資源是非常丰富的，也是多种多样的，而它們可能利用的經济指标是很好的。

黑龙江流域各河的水能資源蘊藏量比伏尔加河流域大好几倍，根据很不完全的資料（水电設計院，1950年），黑龙江流域苏方56条河流上多年平均出力为2,150万千瓦，年發电量为1,900亿度。根据中国水电工作者(長春水电設計院)的資料，松花江流域各河的多年平均蘊蓄量为700万千瓦（發电量为600亿度），而烏苏里江的左岸各河約为45万千瓦(40亿度)。这样，黑龙江流域各河的总蘊蓄量可达3,000万千瓦(2,500亿度以上)。毫無疑問，随着流域內各河的进一步研究，这个数字將会增大很多。

由于苏联科学院（动能研究所，生产力研究委員会，远东分院）和中国的水电設計院及水电工作者的研究，在黑龙江流域找出了一系列的便于修建水电站的地段。它們在各河上的分佈和总合的出力列于表1。

表1 黑龙江流域水电站的分佈

河流名称	电站数量	电站出力总值 10^6 千瓦	电站的平均出力 10^3 千瓦	初步規划方案的作者
黑龙江	6—7	7.2—8.7	1,000—1,500	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会
澤雅河	3	2.0	660	水电設計院及苏联科学院生产力研究委員会
謝列姆札河	4	0.5	120	
布列亚河	3	1.2	400	水电設計院及苏联科学院生产力研究委員会
額尔古納河	3	0.5	170	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会，中国科学院黑龙江考察队
石勒喀河及其支流和上源	8	1.0	125	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会
烏苏里江上源及支流	40	2.0	50	远东分院，水电設計院，中国科学院黑龙江考察队
松花江及其支流	11	2.1	190	中国長春水电設計院
总計	80	16.5—18.0	200—225	

黑龙江流域各河上水电站的水庫，必需綜合地解決防洪，發电和改善航运条件等問題。

在上述水电站中位于黑龙江流域的有:

苏联部分	57 个	—— $9.0 \cdot 10^6$ 千瓦
中国部分	15 个	—— $2.5 \cdot 10^6$ 千瓦
国境河上	7—8 个	—— $5.0—6.5 \cdot 10^6$ 千瓦
总 計	80 个	—— $16.5—18.0 \cdot 10^6$ 千瓦

在黑龙江（上游 3—4 个，中游 1 个，下游 2 个），澤雅河（3 个）和布列亞河（3 个）上可能建成大型而又經济的水电站。而在謝列姆札河，額尔古納河，石勒喀河及烏苏里江流域則比較小些。

在松花江流域各河上，由中国工程师們拟定出10多个大型的水电站。其中最大的一个是正在运轉着的丰滿水电站($560 \cdot 10^3$千瓦)。黑龙江，澤雅河及布列亞河上的水电站能提供廉价的电力，每度电的电能成本为 1.2—2.5 戈比， 比伏尔加河梯級上的水电站低 1.5—3 倍。

在黑龙江上游和澤雅河这样不大的河段內，水能資源蘊藏最为丰富。根据黑龙江考察队的資料，这里能够佈置 6—7 个水电站，其裝机容量总合为 $5—6 \cdot 10^6$ 千瓦，年發电量为 $25—30 \cdot 10^9$ 千瓦时。其中四个：扎林达（或阿瑪扎尔），庫次湼佐夫，苏霍金和海蘭泡水电站將在黑龙江上游，另外三个在澤雅河上。

应当指出，这些壩址名称是暫定的，它們將在勘測設計工作过程中得到修正。可能壩址有某些变动，那时这些壩址名称將是另外的。

在黑龙江上游建議于河上源处修建巨大的調节水庫。在阿瑪扎尔-扎林达地区可能修建 60—80 米的壩，黑龙江上游水电站的出力接近于 100 万千瓦。 黑龙江上游水庫允許进行多年的逕流調节，同时將具备为削減洪峯所需的防洪备用庫容。

为了中苏双方黑龙江地区国民經济發展的第一期共同利用的目的，修建高壩的（約 70 米）海蘭泡电站是有很大意义的。它的出力可达 $1.3 \cdot 10^6$ 千瓦，而它的水庫和扎林达一样，允許調节黑龙江上游的逕流。照这样方式修建海蘭泡水电站的可能性，需要由工程地質和地形測量等勘測工作来确定。

黑龙江上最大的一个水电站可能在小兴安嶺与它相交的地方建成。兴安电站的出力可以达到 300 万千瓦。但是在这样的出力下，由壩所抬高的水位將引起很大的淹沒。

根据淹沒条件，建議兴安电站的出力不超过 $1.5—1.8 \cdot 10^6$ 千瓦。在这种情况下，只有在黑龙江上游和澤雅河进行逕流調节之后修建兴安电站才是合理的。

在黑龙江下游拟定有兩个大型的水电站，在馬勒眉日村地区，共青团城以上一个和包哥洛特村地区一个。其中每个的出力可达 $1.5 \cdot 10^6$ 千瓦。

在黑龙江下游修建壩体，將对漁業有不利的影响。因为它們的跌水破坏了大瑪哈

魚和其他游动性魚群繁殖的自然条件，这些魚群为了产卵而由海中遊到河流的上游去。

为了避免魚群大量的死亡，在那些阻擋遊动性魚群道路的壩体处，必須預先考慮到魚道的建筑物（阶梯式的，魚梯或升降器），同样还須考慮到制魚工厂的加工。

在澤雅河上，这里逕流調节是最不可少的，因为該河的洪水給国民經济帶来了最大的損失，为了修建第一期工程在澤雅城上和被河流穿过的都庫林哥拉山脈狹谷的下端处选擇出一段河段。

澤雅壩結構的高度將近 100 米，而水电站的出力可以达到 100 万千瓦。沿澤雅河水流向下还拟定建筑兩个水电站，其出力每个为 400—500 · 10^3 千瓦。

澤雅河支流謝列姆札河逕流的調节是用修建达哥馬尔电站（出力为 320 · 10^3 千瓦，具有大型的水庫）的方法来进行。而在布列亞河上由烏述門水庫来进行。烏述門水电站的出力大于 450 · 10^3 千瓦。

在烏苏里江上沒有便于修建水庫的地点。同时，为了防止洪水災害，在烏苏里江上必須立即采取措施。烏苏里江逕流的調节可以由分佈在各大支流（伊曼河、比金河、荷尔河）和其上源部分（烏拉河及道比河）上的各个壩来保証。

烏拉河上的盧日柯夫水庫將成为烏苏里江流域內的第一期目标，可以建成80 · 10^3 千瓦容量的水电站。在黑龙江的上源——石勒喀河和額尔古納河上拟定出大約 10个水电站。在石勒喀河的下游可以修建兩个水电站，其中每个出力为 300—400 · 10^3千瓦。在石勒喀河的右上源鄂嫩河，英戈达河和涅尔恰河上选出了可能修小容量水电站的河段。在石勒喀河流域內选擇水电站建設第一期工程时，为了达到給水、引水、防洪和發电的目的，而进行的綜合利用的逕流調节將具有决定性的意义。

根据 1956 年中苏双方科学院黑龙江考察队所进行的共同研究結果，在額尔古納河上修建下列电站是合理的：戈尔布諾夫卡（50 · 10^3 千瓦），烏洛夫河口（120 · 10^3 千瓦）和穆奇康（350 · 10^3 千瓦）。这些水电站的电能成本每度为 2.5—3.5 戈比。戈尔布諾夫卡电站为第一期工程。它可以綜合性地解决逕流調节、涅尔琴斯克工厂鉄矿区的供水和供电的問題。

在表 2 中列出黑龙江流域各主要水电站的指标。

根据水能資源利用的經济指标来看，黑龙江在苏联是最有利的河流之一，在这方面它仅次于安加拉河和南叶尼塞河地区。

在黑龙江地区有極丰富的燃料动能資源。

在苏联远东黑龙江地区煤矿的一般地質蘊藏量达到数百亿吨，其中考慮到在国家平衡表之內为 70 亿吨。

最大的一些煤矿区：在赤塔州有哈拉諾尔褐煤矿（442 · 10^6 吨），在阿穆尔州有莱齐兴褐煤矿（536 · 10^6 吨），在伯力边区境內有烏尔嘎里煤矿（53 · 10^9吨）。

表 2　黑龙江流域各主要水电站的大致指标

編号	河流	水电站名称	裝机容量 10^3 千瓦	电能成本 戈比	每千瓦时基本投資 盧布	初步規划方案的作者
1	2	3	4	5	6	7
1	黑龙江	扎林达	1,050	1.5	0.6	
2	黑龙江	庫次湼佐夫	900	1.8	0.6	
3	黑龙江	苏霍金	1,100	1.5	0.5	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会
4	黑龙江	海蘭泡	220	3.2	1.0	
			1,350	1.8	0.7	
5	黑龙江	兴安（太平溝）	2,700	1.2	0.4	
			1,800	1.3	0.4	
			850	1.6	0.5	
6	黑龙江	共青团城	1,100	2.4	0.6	1955—56 年
7	黑龙江	包哥洛特	1,400	2.1	0.5	
8	澤雅河	澤雅	600—1,000	0.6—2.0	0.6—0.8	水电設計院1932年，1956年。苏联科学院生产力研究委員会1954年
9	澤雅河	尹讓	360	1.7	0.7	
10	澤雅河	哥拉馬都兴	450	1.2	0.5	
11	謝列姆札河	达哥馬尔	320	2.7	1.2	水电設計院1932年。苏联科学院生产力研究委員会1954年
12	布列亞河	烏逑門	400	1.7	0.6	水电設計院1932年。苏联科学院生产力研究委員会1954年
13	石勒喀河	查里頓	400	2.4	0.8	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会1955年
14	石勒喀河	切尔諾列琴	290	2.3	0.8	
15	鄂嫩河	齐倫河口	125	4.0	1.4	水电設計院 1936 年。苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会1955 年
16	鄂嫩河	烏蘭欧頓	35	6.5	2.1	
17	英戈达河	庫金	16	8.6	2.8	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会1956年
18	湼尔恰河	湼尔琴	50	6.2	2.2	苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会1956年
19	額尔古納河	戈尔布諾夫卡	50			苏联科学院动能研究所及生产力研究委員会，中国科学院黑龙江考察队
20	額尔古納河	烏洛夫河口	120			
21	額尔古納河	穆奇康	350			
22	烏拉河	盧日柯夫	80	3.3	—	水电設計院苏联科学院远东分院
23	荷尔河	浩多夫	150	—	—	
24	比金河	山得遐姆	40	—	—	
25	伊曼河	瓦庫姆宾	200	3.5		

于 1953—1955 年靠近伯力發現了巨大的高質量的褐煤資源——伯力、别列亞斯拉夫及比金等煤矿。

仅仅在一个比金矿区只根据兩个勘探区的結果即估計有 $8 \cdot 10^9$ 吨，在伯力和别列亞斯拉夫矿区蘊藏也極丰富。

比金、拉契兴及伯力矿区的煤可用露天法开采，在黑龙江地区查明有油母頁岩和泥炭。

正在研究中的黑龙江地区相隣的是南雅庫井、庫頁島及沿海边区，这些地区也是具有丰富煤田的。

在全苏来說，远东黑龙江地区是动能資源蘊藏最丰富的一区。但同时又是动能發展最落后的地区之一。

1955 年黑龙江地区的發电量只將近 $1,600 \cdot 10^6$ 度。在这一地区电能基地發展的不够，在目前已經成为本地区生产力的發展和合理利用丰富資源的阻碍。

按照电气化的水平来看，黑龙江地区較比苏联一般的平均指标落后了 15—18 年。

根据人口計算，1955 年这里的發电量比苏联平均标准小 1.8 倍。

在黑龙江地区已有的动力就是由很多單独的而不經济的小型电站来負担。

这些电站的平均裝机容量于 1955 年尙小于 200 千瓦。

地区的电站在电能平衡中比重很小，具有很低的参变数的小型电站存在，沒有水电站，热汽化極少發展，以及几乎完全沒有高压电網連系等情況决定了这些地区的非常不好的电能技术經济指标。大多数电站的标准煤耗量超过每度电 1 公斤，电能成本为每度 80—90 戈比。而一些很小的电站每度可达 2—3 盧布，甚至还多。

黑龙江地区的国民經济需要根本的改建电能基地，修建大型的地区火电站和水电站，組成电力系統。

在苏联远东黑龙江地区的远景中（15—20 年），將出現很大的工業，企業，建筑，交通，农業和公共事業方面的电能用戶。

由于居民的密度很小，所以对这些地区来說，在国民經济各部門內尽量地減少劳动力的消耗，生产过程的电气化，机械化和自动化，以及交通，公共事業和日常生活中使用电能將是非常必要的。

按照談过的远景水平，在黑龙江流域需要修建兩个石油工厂，每个年产石油量为 $6—7 \cdot 10^6$ 吨。

石油冶煉工業（石油冶煉工厂，抽油站等）所需的电能可能达到每年 $3.5—4.0 \cdot 10^9$ 度。

黑龙江地区在最近的几年內应該建立起本地的化学工業：生产肥料、鈣的碳化物、氯、大苏打、人造纖維等。这些生产需要电能 $2.0—3.0 \cdot 10^9$ 度。

远东社会主义工業化的基础之一，应該是發展黑龙江地区的本地黑色金屬冶煉工業。在鋼鉄方面国民經济的远景需要可以由目前已有工厂“阿穆尔鋼厂”的扩建和修建新厂来保証。如果新建厂是电力冶金的話（要有一些先决条件），那么黑色金屬冶煉將成为电能需要基本用戶之一。

最近几年在黑龙江地区有色金屬：錫，鉛，鋅，錳等亦將成为很大的用电戶（$1.5—2.0 \cdot 10^9$ 度）。

在黑龙江地区的下列城市应該建立森林工業联合企業：赤塔，斯欧包特，海蘭

泡，伯力，共青团城，尼古拉也夫斯克等。它們的电能需要量可达 2.5—3.0 · 10^9 度。

在这里金屬机械制造（造船，交通运輸机械，农業机械制造等），煤炭工業，建筑材料工業，輕工業和食品工業將获得很大的發展。

鉄路运輸的电气化也將成为大的电能用戶。为了使赤塔到依万（Иван）之間鉄路电气化，需要电能 4 · 10^9 度。

將来在农業和畜牧業方面会提出很高的电能需要。

根据初步的計算，在阿穆尔州、伯力边区、以及相隣的赤塔州和沿海边区，如果考虑到輸电綫路的損失，厂用电和备用，那么經过 15—20 年后的电能需要总合每年可达 30 · 10^9 度。而必需的电站裝机容量为 5.0—5.5 · 10^6 千瓦。这比黑龙江地区电站現有的容量大好多倍。电能需要的主要地区將是：在赤塔州有謝尔洛欧哥尔斯基，涅尔琴斯克-斯列店斯基，赤金斯基，涅尔琴斯基工厂，在阿穆尔州有澤雅，扎林达-斯柯欧洛金斯基，萊齐兴-海蘭泡，斯沃博特耐，在伯力边区有伯力，共青团城，欧伯路琴斯基，比罗比詹，在沿海边区有列索扎伏特斯克等。像上述計划水平的电能需要可以由火电站也可以由水电站来滿足。

城市的企業和工人村需要很大的热負荷，必需修建中心热电站，裝机容量应該根据滿足热負荷的条件而定。

在哈拉諾尔，萊齐兴，尤其是比金褐煤矿区，这里有丰富的煤藏，而且可能露天开采，佈置大型的凝汽式火电站是有利的。

最近几年內必須扩建萊齐兴热电站到75 · 10^3千瓦，以后再达到200—250 · 10^3千瓦，共青团城热电站到 150 · 10^3 千瓦，伯力热电站到 125—150 · 10^3 千瓦，而且要开始建設新的电站。

計划修建的火电站（开始投入运轉年限决定于用电戶的准备程度）中較大的可能如下列：

1． 在赤塔州　欧洛瓦宁国营地方火电站，容量400—500 · 10^3千瓦。石油冶煉工厂的热电站，容量 200—250 · 10^3 千瓦。冶金联合企業的热电站（暫定在涅尔琴斯克），容量 100 · 10^3 千瓦。赤塔火电站，容量 100 · 10^3 千瓦。

2． 在阿穆尔州　石油冶煉厂热电站，容量 200—300 · 10^3 千瓦。斯柯欧洛齐諾国营地方火电站，容量 100—150 · 10^3 千瓦。斯沃博特热电站和海蘭泡热电站，容量各为50—75 · 10^3 千瓦。

3． 在伯力边区　比金国营地方电站，容量 600 · 10^3 千瓦。苏維埃港，尼古拉也夫斯克，共青团城，伯力等城森林加工联合企業的热电站，容量各为 50—100 · 10^3 千瓦。

为了滿足黑龙江地区电能負荷的远景，除了扩建現有的和新建一些火电站外，需要修建容量不少于 2.0 · 10^6 千瓦（沒有計入中国黑龙江地区电能需要值）的水电

站。

第一期水电站应該是澤雅河上的澤雅电站（容量0.6—1.0·10^6千瓦），黑龙江上游海蘭泡市附近或扎林达-阿瑪扎尔地区（容量1.0—1.4·10^6千瓦），同样有黑龙江中游的兴安水电站（1.2—1.5·10^6千瓦）。

在烏苏里江流域第一期目标应該修建烏拉河上的盧日柯夫电站（80·10^3千瓦），並且在烏苏里江的支流上准备建設一些电站。对于目前形成的苏联黑龙江地区和中国东北地区的工業中心来說，海蘭泡和兴安兩水电站所佔位置最方便。

为了黑龙江逕流的季調节和多年調节，以及消除水災，第一期水电站要有足够的水庫容积。根据初步的計算，按照上述的水平，各电站的裝机容量可达到下列数值：

在赤塔州：高于1.5·10^6千瓦；

在阿穆尔州：2.0—2.5·10^6千瓦；

在伯力边区：高于2·0·10^6千瓦。

为了很好地利用上述各电站的容量，必須組成赤塔，阿穆尔，伯力和沿海等地区的电力系統，而且在它們統一联合的开始即用高压綫路，同样也和中国东北地区的电力系統联合起来。

这种联合的組成中心是黑龙江上的中苏水电站。这些水电站的电能必須按相等的股份来輸送到兩个偉大的兄弟国家——苏联和中国的境內。

（袁子恭譯，李德元校）

黑龙江地区土壤的發生学特点

B.A. 柯夫達 З.Э. 貝科爾 C.E. 薩里尼科夫

Б.А.季莫維茨 В.Д.華西里耶夫斯卡婭

（苏联科学院土壤研究所）

（初步报導）

根据1956年的考察資料，我們將黑龙江地区土壤野外調查的初步結果發表在“黑龙江地区土壤概要”一文中（苏联科学院院报生物学叢刊，1957年第一期。B.A.柯夫达、Ю.A.李維罗夫斯基、宋达泉）。

我認为这篇論文的內容对这次会議的参加者来說是熟悉的，我在本文中願意把这篇論文的各别論点加以發展。

一. 黑龙江东部地区地形和景观的特点

C.E. 薩里尼科夫根据野外調查和室內制圖工作，把黑龙江上游地区划分为如下几个地貌类型：

（1）低山；

（2）割切山麓；

（3）殘余蝕平原；

（4）古冲积高平原；

（5）澤雅及黑龙江冲积阶地。

在1956年野外工作期間，即已將黑龙江地区詳分为五个剝蝕-堆积面。后来發現，保持野外工作期間所确定的黑龙江地区的地貌面是可以的和恰当的。如果从平水期河流的水边綫算起直到新第三紀冲积平原面为止，则可划分出如下五个阶地：

（1）高出水边綫10米的泛濫地阶地系統；

（2）高出水边綫15—20米的第一級高阶地系統；

（3）高出水边綫50—70米的第二級高阶地系統；

（4）高出水边綫90—110米、黑龙江上游高原的近河谷地段和基岩阶地；

（5）高出水边綫140—180米的新第三紀古冲积平原（堆积平原）。

除黑龙江上游的刻蝕和基底阶地以外，所划分出来的三个第四紀阶地和一个第三紀（新第三紀）阶地均为古冲积阶地，这些阶地主要是与古代和現代黑龙江和澤雅河的堆积活动有关。

在現代的条件下，黑龙江和澤雅河第一級和第二級高阶地地区具有極大的农業意义。这些阶地具有極为有利的平坦地形，系由粘壤質細土狀成土母質組成，在多数情况下拥有以肥沃的草甸土为代表的土被，这种草甸土在农業中有广泛的应用。大部分居民点都集中在这些阶地面上。这里的大部分土地在目前業已开垦，如果在建設黑龙江-澤雅河水电站时淹沒这些地区，則是極为不利的。

黑龙江-澤雅河的河間地，在上述地区的野外工作中佔有中心的地位。在 1956 年野外工作期間，沿切尔湼窩（Черняево）至烏斯皮諾夫卡（Успеновка）和庫馬拉（Кумара）至自由城（Свободный）兩条路綫作了路綫調查。根据以 1956 年野外工作为基础所編制的土壤地貌断面圖資料，即可判断在这兩个断面綫上的地形特性以及这种地形与土被的相互关系。

在切尔湼窩-泰格达-澤雅（Церняево-Тагда-Зея）断面綫上的土被为酸性棕色灰化土，这种土壤在厚度和机械組成方面略有变異。

平緩的东向河岸目前还很少在农業中利用，为主要荒地資源，在这些荒地的基础上可以建立大規模的农業生产。

在黑龙江-澤雅河的河間地上，有广大面积分佈第三紀和老第四紀砂層，在这些砂層上發育有極为貧瘠的、肥力很低的砂質棕色灰化土，这种土壤在利用上显然只能佔次要地位。在辽濶的陷落地和低凹的河成阶地上分佈有不同类型的沼澤土。根据庫馬拉至自由城（Кумара-Свободный）断面圖的資料可以看出，在黑龙江-澤雅河河間地的范圍內沿东南方向主要是老第四紀和第三紀砂層。但是在这里在东向的河岸坡上部地段，分佈有肥力較高的棕色森林土，这种土壤具有很大的农業价值。

在黑龙江-澤雅河河間地的中央部分（地形部位最高，排水極为不良），以特殊类型的沼澤过程佔优势，这种过程大概与冻結过程有关。澤雅-黑龙江分水界將是 1957 年苏联考察部分內制圖研究、土壤改良研究和土壤定位研究的主要对象。

黑龙江地区的景观沿东南方向有明显的改变，这可根据第三条断面綫的資料来确定，这条断面綫在海蘭泡地区內横穿过澤雅-布列亞低地和黑龙江省的北部。

澤雅-布列亞低地乃是澤雅和黑龙江第二、三級古冲积阶地的总合。在这里广泛發育有暗色草甸土，这种土壤在發生学上非常接近于中国东北的黑鈣土型草甸土。因而可以認为是后者的北方变种。淹沒这些地区是極为不利的，因为它們是苏联黑龙江地区的谷倉。

早在野外工作过程中，特别是在室內工作中，即已确定在苏联和中国的黑龙江地区侵蝕现象有广泛的分佈。从薩里尼科夫所編的兩幅圖中可以看出，在苏中河岸上接近黑龙江的寬广地帶和澤雅河右岸的广大地区均为侵蝕地形。自由城和海蘭泡中間的地段遭受侵蝕现象特别严重。在这里侵蝕指数在 2 以上，只有澤雅-黑龙江分水界的中央部分遭受侵蝕較少，其侵蝕指数为 0.5—1。

在开垦后和利用澤雅-黑龙江分水界的自然資源方面所进行的各种經营和土壤改良工作中，必須預見到防治侵蝕的措施是具有極为重大的意义的。如果不去注意这点，則河間地的农業便会陷入在極为复杂的情况之下。

土壤的發生和性質以及風化壳类型的特点，同上述地貌面的發展史及其特点有密切的联系。

二. 風化壳的类型

（一）殘积型（風化产物和成土产物淋失区）

1. 原生粗碎屑狀殘积物

玄武岩、花崗岩、砂岩、片岩、石灰岩。

2. 原生細土殘积物

（1）古代酸性矽鋁質-富鋁質紅色風化壳；

（2）現代酸性矽鋁質風化壳；

（3）飽和矽鋁質風化壳。

3. 次生礫質和砂質殘积物

4. 次生細土殘积物。

殘积型的特点是机械風化过程停留在碎屑阶段，粘土形成的作用有限。在粘土形成的过程中伴随有高嶺石、水云母和拜来石的合成。

脫矽酸鹽和脫碳酸鹽过程以及鹽基和微量元素的淋溶过程同时有广泛的發展，这些过程导致風化壳的普遍酸化。在風化过程中發生三价氧化物的还原以及鉄、錳、矽、鋁等化合物的局部迁移和再分配，最后則發生这些化合物以水凝膠和聚凝膠形式的富集和固定。

永久冻層（或季节冻層）的存在，在一年的大部分时間內把水溶液隔絕开来，从而阻碍殘积区內活性風化产物的淋溶。

（二）搬运-淀积型（風化产物和成土产物淋失和局部淀积地区）

1. 礫質-砂質坡积物、洪积物、冲积物（分佈不多）

（1）飽和而不含碳酸鹽的；

（2）部分未飽和的。

2. 古冲积平原和三角洲冲积平原上粘壤質——粘土質細土冲积物（分佈很多）

（1）飽和、不含碳酸鹽的（在黑龙江地区和东北北部佔有优势）；

（2）碳酸鹽的（分佈在东北中部和蒙古地区）；

（3）氯化物——硫酸鹽的（仅見于蒙古地区）。

屬于这种类型的風化壳，以風化产物和成土产物向河海淋失（搬运）的过程为特

征。同时在这里由于机械的、物理化学的和生物学的固定、沉淀和截阻，而明显地表現出这些产物的局部淀积过程。

机械堆积作用是以新坡积物、洪积物特别是冲积物的形式产生的。

次生化合物 $SiO_2 \cdot nH_2O$ 通常进行水成型化学淀积作用或地球化学淀积作用（以凝膠、二氧化矽粉末或次生石英的形式）；根据初步的統計，这种淀积作用的大致范圍是在每一万年內达 1,000 吨/公頃。在 B.A. 柯夫达的專論中（杜庫查耶夫土壤研究所專报，22 卷，第 1 期，1949 年），曾經探討过在土壤和母質中形成活性二氧化矽溶液以及由于鈉矽酸鹽同碳酸鈣和硫酸鈣的相互作用而进行二氧化矽积聚的一般規律。鉄、錳、鋁的次生化合物以及次生化合物水鋁英石（$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$）也同样进行淀积作用（以凝膠、膠膜、鉄子、鉄盤、以及褐鉄矿和含水針鉄矿等形式）。凝膠和次生膠体晶質矿物进行这种累积的大致范圍是在每一万年內达 50—60吨/公頃。

在搬运-淀积型風化壳的范圍內，生物性积聚作用的規模依自然条件而有不同。这种积聚作用的規模在碎屑質風化壳內最小，在針濶叶林內較大，在冲积平原的高草原和草甸上最大。Ca、Mg、Fe、Mn、K 还可能有微量元素以吸收（代換）的形式进行物理-化学的固定。

季节性冻層的存在可以削弱水溶液的搬运作用，並促进活性風化产物和成土产物在第二、三級阶地的土壤和母質中停滯和积聚。

（三）淀积型（風化产物和成土产物在半內流区和內流区——东北中部和內蒙古的积聚）分为如下几个亚类：

（1）碱金屬碳酸鹽淀积型；

（2）苏打硫酸鹽淀积型；

（3）氯化物硫酸鹽淀积型。

在气候方面屬于干旱区而在水文地質方面屬于內流和半內流区的东北中部、蒙古、苏联額尔古納河地区和后貝加尔湖，通常見有屬于这些亚类的風化壳。

三. 黑龙江地区土壤中矽酸化合物和三价氧化物的水成型淀积作用

許多作者曾不只一次地指出，黑龙江及其支流第二、三級阶地草甸土和潛育草甸土中存在有灰白色的二氧化矽粉末以及細小的鉄錳結核。在水成土壤的整个剖面中通常見有一定数量游离三价氧化物組成的小鉄錳結核，但以在 10—30 厘米的深处为最多。灰白色的“二氧化矽”粉末通常出現在土壤剖面的下部，最常見的是在 70—100—180 厘米的深处。

灰白色粉末的存在曾用深处的灰化过程来解釋（O.A. 貝諾沃里斯基，1925），或用脫碱作用（Ю. A. 李維罗夫斯基、H. A. 卡琴斯基，1956）或用鋁矽酸鹽在原地的

水解（П.М.諾維科夫）来解釋。

我們在观察这些土壤新生体的积聚和分佈形式之后認为，这些土壤新生体乃是土壤地下水中矽酸化合物和三价氧化物在蒸發和蒸騰过程中进行水成型淀积作用的結果。

在額尔古納河第二、三級平坦的河成阶地上，地下水被稳固地截阻在100—150—200厘米的深处。

除了地形以外，季节冻層也在这些平原的水文地質中起有特别巨大的作用。季节冻層使土壤地下水轉为固相，並使之免受重力下降水流和侧面水流的作用。冻層在一年內存在的时間为8—9个月，由于不断浸潤毛管壁，而使土壤具有稳定的水成性狀。地下水層所在的深度依冻層的位置而有不同，一般均在50—70厘米以至150—200厘米的深处，这种地下水層在夏末和秋季下降。冻層似乎把地下水隔离开来，从而中止或显著地減少地下水以及溶于其中的風化产物和成土产物的淋失。

同时，从第二、三級冲积阶地周圍的山麓和山体方面，表面水和土壤地下水在全部解冻期間內形成週期性的逕流。这种逕流把溶解了的成土产物和風化产物，其中包括相当大部分的矽、鋁、鉄、锰化合物，向下降的方向輸送。

蒸發量对大气降水量的佔有明显优势，同时也可作为黑龙江地区气候的特征。每年蒸發量平均超过大气降水量达30—50%，而在春夏季个別10天內蒸發量超过大气降水量达4—5倍（С.З.阿柳兴的資料，1913年；科洛斯科夫的資料，1925年；水文气象局的資料，1956年）（見表1）。

如果降水量为450—500毫米（4,500—5,000公方/公頃），蒸發量約为600—650—700毫米（6,000—6,500—7,000公方/公頃），則降水量与蒸發量的差数达150—200毫米（1,500—2,000公方/公頃）。

这个差数由于土壤地下水的蒸發和蒸騰而得到补偿。黑龙江地区第二、三級冲积阶地的土壤地下水，富含原地發生的以及随同临时地下水流从外地帶来的風化产物和成土产物。所以很自然地，溶解于土壤地下水中的产物，应該与蒸發和蒸騰的同时在土層中进行水成型淀积作用。

关于黑龙江地区天然水的化学組成，可根据表2的資料加以判断。

正如表2的資料所显示的，如果每公升地下水中平均含10—15毫克活性SiO_2，而溶态鉄、鋁、锰氧化物的总量約計为1毫克，則每年內数达1,500—2,000公方/公頃的地下水，將在每公頃的土壤上遺留下15—20公斤SiO_2和1.5—2公斤三价氧化物。在一万年內这个数値以SiO_2計可达150—200吨/公頃，而鉄、鋁、锰的氫氧化物可达15—20吨/公頃。

如以一米厚土層的重量百分数計算，則SiO_2佔1.0—2.0%，$Fe_2O_3+MnO_2+Al_2O_3$佔0.1—0.2%。

表 1 黑龙江地区的大气降水量和蒸發量（毫米）

月	每晝夜平均降水量	每晝夜平均蒸發量	每月平均降水量（1913—1926）	每月平均蒸發量 蓄水池	每月平均蒸發量 地面
	根据科洛斯科夫的資料（1925年）		根据科雷科娃的資料	根据水文气象局的資料（1956年）	
Ⅰ	0.1	0.1			
Ⅱ	0.17	0.20			
Ⅲ	0.13	0.7			
Ⅳ	0.6	2.1			
Ⅴ	1.0	3.6	32.3	94	93
Ⅵ	2.7	2.8	90.6	109	105
Ⅶ	2.8	2.4	204.9	119	106
Ⅷ	3.3	2.3	86.6	98	90
Ⅸ	2.1	2.4	64.4	78	75
Ⅹ	0.4	2.1	13.9	25	25
Ⅺ	0.3	0.3			
Ⅻ	0.12	0.1			
年	= 1.1	= 1.6	392—1.0	533—1.4	494—1.3

这些化合物在土壤溶液中的沉淀，將导致氧化物型鋁、鉄矽酸鹽型非晶質和晶質次生土壤矿物的生成。

表 2 黑龙江地区天然水的化学組成（每升的毫克数）

地区	pH	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	K	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	样品号
黑龙江，海蘭泡	7.2	61.0	痕跡	無	9.25	4.02	2.80	1.3	0.40	11.0	0.02	153
澤雅河，海蘭泡	7.0	37.0	〃	〃	2.49	2.19	1.74	1.0	0.40	5.0	0.05	1252
白河（黑龙江支流）	7.0	37.0	〃	〃	4.27	1.94	4.0	1.0	2.20	21.0	0.02	155
托科夫河（黑龙江支流）	6.4	25.0	〃	〃	4.41	無	2.5	1.0	1.40	21.0	0.01	46
烏尔堪河（澤雅河支流）	6.8	49.0	〃	〃	無	〃	6.5	6.3	2.20	8.0	0.06	121
辽河，中国	7.1	46.4	1.40	〃	6.81	2.19	3.0	1.0	2.50	11.0	0.02	279
地下水，黑龙江地区		24.4	痕跡		3.21	0.85	2.5	1.0	0.70	21.0	0.09	67
〃 中国	7.2	22.0	1.40	10.0	1.43	0.55	5.5	2.25	0.40	5.0	0.02	260
〃 〃	6.5	17.1	痕跡	痕跡	0.36	0.97	4.0	3.9	0.40	5.0	0.02	254
〃 〃		24.4	〃	〃	2.24	1.56	7.4	7.2	1.50	21.0	0.09	15
〃 〃		14.6	〃	42.0	2.61	1.94	9.3	9.45	0.40	21.0	0.09	18
井水，黑龙江地区	6.6	9.8	2.10	無	13.55	5.83	17.9	3.05	0.00	11.0	0.02	127
〃 〃	6.4	9.8	1.40	〃	18.21	6.92	15.3	2.65	0.00	11.0	0.02	128
〃 〃	5.8	6.1	痕跡	〃	6.06	4.37	10.5	1.0	0.40	11.0	0.02	129
〃 中国	7.7	17.1	〃	〃	3.57	5.59	1.4	2.25	0.00	11.0	0.02	278

B.A. 柯夫达早在1946年即曾指出，在苏联草原、半荒漠和荒漠区内水成型成土作用的条件下，在水成土壤中存在有三价氧化物和矽酸化合物（除碳酸鹽、石膏和易溶鹽类化合物之外）的水成型积聚过程。

E.N. 苏科洛娃（1956）的实驗工作証明，在自然界中形成有沉积岩矿物特

别是粘土矿物的条件下，常广泛分佈有粘土、鉄矽酸鹽和氧化物进行化学合成的现象。

很明显，非晶質和晶質次生矿物的水成型合成过程广泛分佈在水成型成土作用的条件之下，这种过程不仅使土壤体富含水溶性矿物，而且也使土壤体富含土狀矿物特别是粘土矿物。

我們在研究黑龙江草甸土的矽酸生成物和鉄錳生成物当中，获得了如下結果（表3、4）。

表 3 土壤中非晶質矽酸的含量(以"二氧化矽"粉末的狀态存在，%)

供試材料	深度（厘米）	5 %KOH 提取液中的SiO_2	按 $2SiO_2:Al_2O_3$ 計算所剩余的 SiO_2
"二氧化矽"粉末	25—45	5.87	3.65
澤雅-布列亞-黑龙江平原	55—65	10.42	6.91
剖面 209	175	4.46	6.48
剖面 220	127—137	3.55	2.21
剖面 249	80—90	7.33	4.24
（阿里巴津諾）〃	140—150	9.17	6.58

碱提取液的分析結果証明，从"二氧化矽"粉末中有巨量的二氧化矽进入 5 %的碱提取液中（4—7—10%SiO_2）。

約有 $\frac{1}{3}$ 数量的二氧化矽以 $2SiO_2$、Al_2O_3 型的水鋁英石狀态与氧化鋁結合。

有 $\frac{2}{3}$ 碱所提取的二氧化矽超过假定結合在水鋁英石中的二氧化矽的数量，因而構成为"剩余的游离态矽酸"。后者的数量佔"二氧化矽"粉末体和土壤体的2—3—7%。

进入碱溶液的水鋁英石和游离态非晶質矽酸的上述数量，应該認为是非常巨大的。

根据水鋁英石和游离态矽酸在深層中的富集（50—80—150厘米），还不能將其成因同脫碱化或灰化作用联系起来。非常明显，这里所發生的是水成型淀积作用。

有关次生鉄錳化合物的分析結果，正如所显示的，在黑龙江地区草甸土中鉄錳結核沿土壤剖面的重量比，提供出非常明显的表面水成型淀积作用的断面圖。

以易溶性鹽类、石膏或碳酸鈣而言，我們在水成土中也碰到物質分佈的这类断面圖。在这里几乎不存在易溶鹽类，而从土壤中析出的鉄錳結核总量则提供出显明的淀积跡象，这种淀积作用是借助于上升毛管溶液自地下水面的蒸發而进行的。

鉄錳結核的矿物分析表明，較大的結核达2—2.5毫米，主要是由水針鉄矿（水

化氧化鉄）所組成。細小的鉄結核（1—1.5毫米）主要由氧化錳类化合物和黑色碳質顆粒所組成。

用10%鹽酸处理結核后的殘余物在显微鏡下的研究显示，在这种不可溶性的殘余物中含有很多蛋白石，还存在有長石碎屑、綠帘石、石英、角閃石，在少数情况下也存在有植物化石[1]。

应該指出，在結核的全量組成中存在有1.0—5.7%的腐殖質，37—38%的SiO_2，32—33%的三价氧化物和9—13%的氧化錳。

因此，約佔結核重的50%是由鉄、鋁、錳和腐殖質組成的。同时，鉄、錳氧化物几近全部可以进入10%的鹽酸提取液中，这証明这兩种氧化物在結核的組成中具有次生的性質。

至于氧化鋁則很少見有这种情况[2]。

表4　土壤和地下水中次生化合物$(Fe+Al)_2O_3/SiO_2$的比值

土壤中			地下水中		
非晶質SiO_2（%）	結核%	結核/非晶質SiO_2	溶解态SiO_2 毫克/升	三价氧化物总量 毫克/升	$\frac{(Fe+Al)_2O_3}{SiO_2}$
6.48	0.3	$\frac{1}{22}$			
6.58	0.6	$\frac{1}{10}$	21	1.50	$\frac{1}{14}$
2.21	0.2	$\frac{1}{11}$	21	1.40	$\frac{1}{15}$
			21	2.20	$\frac{1}{95}$
			11.0	0.50	$\frac{1}{22}$
			11.0	0.50	$\frac{1}{22}$
			5.0	0.50	$\frac{1}{10}$
			5.0	0.50	$\frac{1}{10}$

还有那些資料可以进一步証实我們关于上述土壤新生体（“二氧化矽”粉末、水鋁英石、游离矽酸以及含有針鉄矿和蛋白石的鉄錳結核）具有水成性質的見解呢？“二氧化矽”粉末主要是在草甸土100—170厘米的深处。这就是冻層所造成的土壤地下水層。在这个深度以下通常不見“二氧化矽”粉末。根据由草甸土層中所选取的鉄錳結核及其数量的統計，可以明显地看出水成型淀积的跡象，在这之中以土壤表層

1）矿物研究是由E.A.雅丽洛娃进行的，作者願在此致以謝意。

2）結核的分析是由A.Γ.安其斯拉夫斯卡婭完成的，作者願在此表示謝意。

的淀积量最大，因为毛管溶液的蒸發在土壤表層中最大，同时氧化过程也以这里为最强烈。

發育在其他景观下的黑龙江地区的森林土則不具有三价氧化物进行水成型淀积的类似剖面，在这种土壤中以風化产物和成土产物的淋溶佔优势。

尽管在棕色森林土中也發現有鉄錳結核，但其含量是極少的，且其分佈的剖面明确地显示出鉄錳化合物的淋溶。

依我們看来，剖面中三价氧化物、水鋁英石和游离矽酸淀积帶的分化，也同样可以显示出这种过程与第二、三級阶地土壤地下水蒸發的依賴关系。

水鋁英石和二氧化矽主要是积聚在草甸土剖面的下部，因为这兩种化合物是在化学沉淀最初的一个分化阶段中析出的（A.E.費尔斯曼、Л.В.普斯托瓦洛夫、В.А.柯夫达）。还原态鉄、錳則随毛管溶液迁移至表層，主要是在10—30厘米这一層次中沉淀，在这个層次中最为干旱，通气性也最大。

在薄片中可以很好地按跡探求鉄以毛管溶液狀态的迁移。在薄片上可以看出，垂直方向的各种不同的裂隙和通道进行富鉄化作用的程度最小，而毛管型通道則遭受明显的富鉄化作用（？）。

同时也应該着重指出，土壤和地下水中次生氧化物总量同次生矽酸的平均比值是很相接近的：

土壤中1:11—22，10—22；

地下水中1:9—24，9.5—22（表4）。

通常可以發現，土壤表層中結核量的增大傾向与土壤中非晶質遊离矽酸的增加同时呈現。这种傾向同样也証明，次生矽酸化合物和三价氧化物的积聚是与土壤地下水及其蒸發有着發生学上的联系的。

就易溶鹽而言，黑龙江地区第二、三級阶地为搬运区，在这里看不到碳酸鈣、石膏或易溶鹽有明显的积聚。但是在某些情况下，在屬于这类景观的草甸土上可以看到極微弱的鹽化現象。

在过去K.A.烏莫夫教授（1932—1934）和Ю.А.李維罗夫斯基曾經指出过远东地区土壤的这种現象。

我們發現，在上半年的干旱期內草甸土中土壤地下水的矿化度上升至每公升0.3克。同时看到氯、硫酸根和鈣的濃度有显著的增加。

四. 东北地区的土壤鹽漬化过程

在东北和內蒙古的大陆低地及湖成-河成阶地上，在草原和森林草原的气候条件下，鹽漬化土壤主要是草甸类型的氯化物——苏打鹽土、硫酸鹽——苏打鹽土和碱

土。这些土壤由于腐殖質的含量較高而常呈暗色。在深1—2米处有淡的（碱性的）地下水。就化学成分說，这些地下水屬氯化物——苏打型或硫酸鹽——苏打型地下水。

在苏打鹽土中鹽分的含量在表層中可达1%。在苏打碱土中鹽分的含量不超过0.3—0.4%。苏打鹽土和苏打碱土的碱性很高，pH多在9—9.8之間。

根据苏打鹽土和苏打碱土的典型鹽分剖面。

我們对黑龙江地区及中国东北地下水化学組成的研究是很不够的。根据中国研究者和我們自己的分析資料可以确定下列規律。

在中国东北平原以及华北、华中三角洲-冲积平原，矿化度达3—5克/升的淡地下水一般都是碱性的，即含碱金屬重碳酸鹽及碳酸鹽的地下水。

在碱性淡的地下水中，HCO_3^-离子当全鹽量达1.5—2克/升时則超过氯离子，而当全鹽量达2.25克/升时則超过硫酸根陰离子。

随着地下水中鹽分濃度的增大，輕度矿化地下水的化学成分依次發生如下演变。

在土壤-地下水濃度極低（0.5—0.3克/升以下）的条件下，陽离子中以鎂佔优势，而鈣和碱金屬的濃度（鈉和鉀的总数）則大致相同。在陰离子中以重碳酸根离子佔优势。

随着鹽分濃度的进一步增高，氯化鎂和氯化鈉的数量也逐漸增加，而当其濃度增加至1.5—2克/升时，氯化鈉和氯化鎂即开始超过重碳酸鹽。地下水則变成为苏打-硫酸鹽-氯化物型地下水。在濃度更高（2—3克/升）的条件下便开始質量上的新的突变，这时地下水变成为硫酸鹽-苏打-氯化物型地下水，碱金屬和鎂在陽离子中佔有絕对优势。

在中国地下水中如其鹽分濃度达2.5—4克/升以至100克/升时，氯化鈉和氯化鎂便在其組成中稳定地佔有絕对和相对的优势。这时，重碳酸鈣处于地下水溶液飽和的狀态之下，因而不断形成沉淀，並引起冲积物及具有这种濃度的地下水的草甸鹽土碳酸鹽化作用的增長。

当濃度达20—28—30克/升时，硫酸鈣溶液也可达到飽和狀态，因此在濃度大于20—30克/升的冲积物層和土壤地下水層中石膏便进行不断的沉淀。

这样一来，在現代中国境內那些在土壤形成过程中經受濃度低达0.5克/升地下水影响的地区，一般將不再遭受土壤的鹽漬化作用。

在这种条件下，土壤的水成性狀况將导致少量碳酸鹽草甸土的形成，这种現象通常見于东北北部平原。

当地下水的鹽分濃度由0.5克/升增到1.5—2克/升时，水成型土壤主要是遭受苏打的鹽漬化，而且碳酸鈣也將大大地增加。这种現象通常見于东北中部和內蒙古地区。

当地下水的鹽分濃度增至 2.5 克/升以上，在中国的条件下水成型土壤將遭受苏打-硫酸鹽-氯化物的鹽漬化，这种土壤不具有石膏化的特征，但碳酸鈣則有大量的增加。

当濃度增至 4—5 克/升以上，則在大多数情况下將以硫酸鹽-氯化物和氯化鎂-氯化鈉鹽漬化土壤的形成过程为主。

当地下水的濃度很低（3 克/升）时地下水的 pH 范圍平均約为 7.8—8.0，其变幅为 7.2 到 8.9。

因此，濃度达 3—4 克/升的地下水，由于存在有碱金屬碳酸鹽和重碳酸鹽以及很高的碱度，而可能在土壤中引起非常明显的苏打型鹽漬化。在这种条件下，苏打將与硫酸鹽特别是氯化物同时發生作用。

当地下水的濃度更高时，pH 大于 8 的情况是非常少的。例如，当地下水濃度为 8—25 克/升时，pH 平均約为 7.5，而其变幅为 7.1—3.2。

濃度很高的地下水（40—50—100克/升），其 pH值平均为 7.2—7.3，而且平均值的变幅很小。

因此可以認为，中国輕度矿化的土壤地下水一般均呈碱性反应，中度矿化的土壤地下水呈微碱性反应，高度矿化的地下水及鹽水呈中性反应。

碱度大小及总鹽分之間的这种有規律的联系不仅見于地下水，而且也見于土壤之中。

在探討土壤下層（位于毛管边沿帶）pH 值与其中全鹽量之間的依賴关系。可以明显地看出，这种依賴关系的一般規律乃是上述情况的再現：毛管边沿帶土層中的全鹽量越少，則碱度高的情况就越多。例如，当毛管边沿帶土層中鹽分含量低于0.6%时 pH 值平均約为 8.6—8.8，其变幅为 8.1 到 9.4—9.6。

在草甸土和草甸鹽土的表層中易溶性鹽类借助地下水的蒸發和蒸騰而进行积聚，因此在碱性和中性鹽漬土中間沒有非常明显的界限。但是，在这里 pH 值及土壤鹽漬度之間也存在有那种有規律的依賴关系。土壤的鹽漬化程度越高，土壤的碱度就越小，反之，鹽土及草甸鹽土的鹽漬化程度越小，則土壤碱性高的情况也就越經常反复出現。例如，当鹽分含量在 2% 以下土壤 pH 高的情况（9—9.8 左右），便开始出現。

因此，草甸土及草甸鹽土的碱度与土壤地下水的化学成份之間的关系是十分明显的。

在鹽分积累的最初阶段，当土壤地下水的濃度很小时，草甸土的特点將是鹽分含量少、碱度低。以后由于碱金屬碳酸鹽和重碳酸鹽及碱金屬硫酸鹽和氯化物的累积鹽漬度便开始增長，碱度也同时增長达 9—9.8。而后随着土壤地下水中的硫酸鹽，首先是石膏达到飽和态之后，便漸漸开始产生鹽漬土的石膏化及中和作用，形成弱碱

性及中性反应的高度鹽漬化土壤。

上述規律性也适用于东北中部、吉林、松花江及"友誼"农場的草甸土地区。

在中国东北地区按其分佈而言主要以具有輕度矿化地下水及輕度鹽漬化草甸鹽土的地区为主。按化学成份而言在这里則主要以碱度較高的土壤地下水和石膏化程度較弱的土壤为主。

在这种土壤的表層中通常含有高量的碱金屬碳酸鹽和重碳酸鹽。

这在东北陷落平原及內蒙古的鹽漬化土壤中表現得最明显。

沒有任何鹽分累积特征的水成型草甸生草土的土壤形成过程，只有在土壤地下水濃度及土壤鹽漬化程度最低的情况下才能發生。

特別应当指出，土壤地下水及土壤上層中所聚积的鹽分在化学成份方面的質变，在中国土壤中鹽分累积程度很低的条件下表現得極为明显。只要含鹽量有千分之几的变动，重碳酸鹽型的鹽分累积即可被重碳酸鎂鈉型所代替，而重碳酸鎂鈉型又可被重碳酸鹽-氯化鈉型所代替。

如果土壤形成及鹽分积累是在中粘壤土、重粘壤土和粘土的基础上进行，則苏打的聚积和高的碱度將不仅反映在土壤物理化学特性的变劣，而且也將反映在土壤农業物理特性的变劣上。

草甸鹽土具有無結構性、粘着性和不透水性，而且难于灌溉和耕种。在分佈有苏打鹽土性鹽碱土的东北和內蒙，草甸鹽土所造成的正是这种現象。

高氯化度（хлоридность）是华东、华北三角洲冲积平原鹽分累积过程的特征，它与太平洋及其淺海和海灣对大陆的巨大影响有密切关系。

但中国东北地区普遍存在的苏打型鹽分的积累則与大陆因素如輕度矿化的碱性河水和地下水、鋁矽酸鹽母質的風化产物以及生物性产物的影响有密切关系。

五. 中国及苏联黑龙江地区冲积平原草甸土

广泛分佈在中国泛濫地及三角洲平原內的草甸土，現在几乎全部开垦为非灌溉的和灌溉的农地。中国的冲积平原和三角洲平原处在各种不同的气候条件之下，所以天然草甸成土过程的性質具有很大的不同。黑鈣土帶、棕色森林土和褐色森林土帶、黃壤和紅壤帶內所形成的草甸土，帶有極为明显的地帶性条件的特征，在蒙古栗鈣土帶和黑鈣土地帶的草甸土上腐殖質的含量極高，具有丰富的碳酸鈣，並表現有鹽漬化的趋向。反之，灰化土、棕色森林土、黃壤及紅壤等地帶的草甸土則不帶有鹽漬化的特征，並且腐殖質的含量很低。

在古代三角洲冲积平原上草甸土的性質从东北向广东作有規律的变化。东北北部黑龙江省的草甸土含有大量的腐殖質（5—8—10%），腐殖質層很厚（有时达150—200厘米），不含碳酸鹽，有时含少量碳酸鹽；在东北南部（沈陽、吉林）草甸土含

有高量的碳酸鹽（3—5%），形成为碳酸鹽草甸土，时常帶有苏打型鹽漬化和苏打-硫酸鹽型鹽漬化的特征。在天津、北京及济南这一緯度上草甸土通常为碳酸鹽草甸土，腐殖質的含量很低，並且在某种程度上受氯化物鹽漬化、氯化鈉鹽漬化及氯化鎂鹽漬化等作用。在山东半島以南以至長江左岸分佈着具有碳酸鹽層的草甸土，但除了沿海地帶以外几乎沒有受到鹽漬化作用。在上海地区和这一地区以南分佈有不含碳酸鹽、中性反应的草甸土。在热帶地区內草甸土不仅不含碳酸鹽，而且时常呈不飽和态和酸性反应。

就历史-發生学的意义来說，在地形逐漸上昇及洪水和地下水的影响減弱的情况下，草甸土的發展傾向于具有完整剖面的大气湿潤型土壤。因此，应該把草甸土向黑鈣土的过渡（东北草甸黑鈣土），草甸土向灰鈣土的过渡（华西草甸灰鈣土），草甸土向褐色土和棕色森林土的过渡（东北、华北平原和山东半島的草甸褐色土及草甸棕壤）以及草甸土向黃壤和紅壤的过渡（古代冲积阶地上亞热帶及热帶地区如华南北海地区的潛育黃壤及潛育紅壤），区别开来。

尽管在中国各个主要自然地理区帶的特点上存在有这些差異，但是这些草甸土仍然具有某些共同的特点，这些共同的特点使有可能將其划分为在中国有广泛分佈的独立土类和發生学土壤組合。茲將草甸土的这些共同特点介紹于下：这种土壤均發育自三角洲、泛濫地或山麓平原上較为年輕的冲积型或洪积型沉积物，地下水面較为接近地表，地下水通过毛管湿潤土壤剖面以至地表並供給植物以水分；地下水参加植物的矿物营养，在各种类型易溶性化合物，首先是鈣鹽的含量比較固定的条件下地下水具有一定的淡化程度。但是，气候越干燥，草甸土地下水的矿化度也就越高，所含的易溶性氯化物和硫酸鹽也就越多。

漫長的生長期（在热帶地区一直到整年）、發达的根系及茂密的植物地上部分使土壤获有大量的有机質，並促使草甸土的腐殖質含量比發育完全的显域土有很大的提高；中国草甸土在很多情况下是由含有粗腐殖質及泥炭的沼澤土形成的。因此在草甸土的剖面中常常發現过去的沼澤土的遺跡。决定于植物根系厚度及土壤形成历史的腐殖質層厚度在薄層草甸土中为50—70厘米，在厚層草甸土中为150—200厘米；腐殖質亞層通常具有一定的潛育特征，这与地下水造成的过度湿潤所引起的嫌气性有关；草甸土的肥力通常也很高。

草甸土之区分为常見变种应該分別进行。

根据腐殖質含量（也应当根据顏色）可以分为：

（1）暗色草甸土（5—10%腐殖質）；

（2）草甸土（3—5%腐殖質）；

（3）淡色草甸土（2—3%腐殖質）。

根据腐殖質的厚度可以分为：

（1）極厚黑鈣土型草甸土（含有碳酸鈣）（150—200 厘米）；

（2）厚層草甸土（100—150 厘米）；

（3）中厚草甸土（70—100 厘米）；

（4）薄層草甸土（40—70 厘米）。

此外应將整个地区的草甸土分为：碱化草甸土、碳酸鹽草甸土、無碳酸鹽中性草甸土、酸性草甸土。

中国泛濫地平原及三角洲平原草甸土是几千年来农業的主要基地，这种土壤由于地形的平整、人工灌溉以及土質肥料和有机肥料的施用而發生深刻的变化。因此，应該把草甸土区分为新耕草甸土、久耕草甸土、古耕草甸土及人工草甸土，后一种草甸土是借助在地面上堆成 1.5—2 米的土狀物質而造成的。

在中国泛濫地-三角洲地区的草甸土上水稻的長期栽培导致了特殊的久耕草甸沼澤土（即中国土壤学家所謂的水稻土）的形成。在这些土壤中沼澤过程和草甸过程互相交换地佔据着主要地位。因此，中国土壤学家尽力地把这些特殊的栽培水稻的土壤給以区分的这种意圖是非常正确的。

在与草甸土向高阶地和分水界平原上較古老的完全發育土（即显域土）过渡的同时，草甸土通过一系列的过渡也与河流泛濫地和三角洲上較早的成土分段（即沼澤土或冲积性幼年土）發生联系。因此，在个别情况下必須把草甸沼澤土（具有不同的沼澤化程度）、草甸鹽土性土壤（在地下水矿化的情况下存在有化学作用及發育程度不同的鹽化过程）及冲积性草甸土或層狀草甸土，作为完全發育的草甸土的前身区别开来。在層狀草甸土中生草成土过程的特征明显地被頻繁冲积的产物所破坏。

下面簡短地描述一下中国草甸土的变种。

黑龙江省極厚黑鈣土型暗色草甸土，分佈于微度隆起的东北低地平原上，分佈于黑龙江、嫩江、松花江的第二、三級阶地及大兴安嶺的山麓平原上。虽然在夏季杂草类植被生長得很茂盛，但在旱季这些土壤的表面仍然常有裂隙的出現。在机械組成方面这种土壤通常屬粘質土壤。地下水在 1.5—2 米的深处。具有非常明显的季节冻結狀况。在 7 月中旬和 8 月深达 1.5—2 米的土壤才完全解冻。土壤水分狀况和地下水面具有明显的季节性变动。腐殖質亜層的潛育作用即由此而产生。腐殖質層的厚度通常达 100—150—200 厘米。在表土層中腐殖質达 4—7—10%，但其含量随深度迅速減少。碳酸鈣也不經常含有，土壤反应为中性或弱碱性（pH 7—8）。易溶性鹽分的总量不大——0.1—0.2%。在南部地区在个别情况下鹽类的成份中含有石膏，还發現有硫酸鹽、碳酸鹽、重碳酸鹽及重碳酸鈉。

面积佔达 5% 的苏打鹽碱土有时与这种土壤呈复区分佈。

碱斑具有特殊的植被（Atropis），碱度很高（pH 9—10），鹽漬度很大，沒有結構並很貧瘠。整个說来，黑鈣土型草甸土的自然肥力特别高，这种土壤構成为东北平

原的主要財富。很久以来居民們就把这种土壤开垦，並在农業中加以利用。这种土壤的特点是肥力特別高，这种土壤常常不施肥也能得到产量达 40 公担/公頃的小麦。

黑龙江省的沼澤化草甸土分佈于較低的平原地区。在这些地区內常因雨水和洪水而产生瀦水現象。这种土壤的地下水也比較淺，約在 1—1.5 米的深处。土壤表面复盖有拂子茅屬和苔屬植物。通常存在有不同厚度的泥炭化層。成土母質常为粘土質河相或湖相冲积物，这种冲积物常以層狀砂土为其下伏地層。在这种土壤中腐殖質層的厚度达 60 厘米，但土壤剖面具有明显的潛育化特征，有时測定有一定数量的易溶性鹽及碳酸鈣。

草甸沼澤土也应該列入在中国有待于逐漸加以垦殖的生荒地和熟荒地的資源之中。但是如果說黑鈣土和黑鈣土性草甸土事先不需要进行任何改良即可加以开垦，那末很自然地，东北草甸沼澤土只有在其排水后才应进行垦殖。

华北及华东冲积-三角洲平原草甸土，其腐殖質含量远較东北草甸土为低（不超过 2—3%）。土壤的顏色也相应地变淺，腐殖質層的厚度約为 40—50 厘米。因此华北和华东的草甸土必須列入淡色草甸土組中。这种淡色草甸土通常具有矿質化的地下水，因此常在不同程度上遭受鹽漬化作用。土壤中的全鹽量达 0.3—0.5%。

在华北和华东冲积平原上發育自草甸的鹽土性土壤与淡色草甸土呈广泛的复区分佈。根据鹽漬化的程度淡色草甸土应分为：

（1）未鹽漬化和輕度鹽漬化淡色草甸土（全鹽量在 0.4% 以下）；

（2）鹽化淡色草甸土（全鹽量为 0.4—0.7%）；

（3）鹽土性淡色草甸土（全鹽量达 1%）。

目前华北和华东冲积平原淡色草甸土大部分都已开垦。自然，只有在未鹽漬化和輕度鹽漬化的草甸土上才可以事先不經过根本的改良而能进行荒地的开垦和耕种。华北平原和东北平原的大部分淡色草甸土荒地均系强度鹽漬化和鹽化的淡色草甸土。因此，在中国沿岸平原上荒地的开垦，通常仅应在人工灌溉、加深排水溝和洗鹽的条件下进行，否則便很难甚而是不可能获得农業产品的收成。

黃河、淮河、長江、珠江及华东与其他河流的古代三角洲平原草甸土，由于長期的农業耕作而發生很大程度的改变。在这里自然成土过程在过去是按沼澤和草甸沼澤过程的类型进行的，在目前則是按耕作草甸过程的类型进行的。在隣近大城市的地帶內久耕草甸土通常具有高量的腐殖質（4—6%）和深厚的暗色腐殖質層（100 厘米），土壤的肥力極高。这种土壤的地下水通常位于不大的深度內（2—3米）。因为这种地下水就化学性質而言屬淡水，所以用簡單的机械汲出地面即可广泛地用于灌溉。在地下水距地表很近而且不含鹽分的地方草甸土由于不致遭受干旱，而具有特別高和特別稳定的肥力。

在华北和华东古代冲积平原隣近山麓的那些地区，在由山地向平原移动的地下逕

流的尖灭帶內常常發育有未鹽漬化的和輕度鹽漬化的碳酸鹽暗色草甸土。

栽培水稻的草甸沼澤土是久耕草甸土的一个特殊变种。在与栽培水稻的同时常拌隨有週期性沼澤过程的發展及整个土壤剖面的潛育化。在收割以后水稻的鬚根根系把大量的新鮮有机質殘留在土壤中，这种新鮮有机質变成为土中动物、昆虫以及微生物的財富。在水稻收获后的期間和在栽培第二季小麦(旱作)的条件下土壤的氧化作用及新鮮有机殘体的强烈分解开始佔优势。土壤为新的腐殖質所丰富，同时获得結構。但是很遺憾，对水稻的久耕草甸沼澤土的动态及主要特点还沒有充分进行研究。总之应該認为，土壤学家有必要在中国最古老的农業区对肥力很高的久耕草甸土进行深入的研究。

六. 黑龙江地区土壤中的微量元素

在1956年野外工作期間，我們收集了为研究黑龙江地区土壤、土壤水和植被中微量元素用的一些材料。我們組織这項工作，是为了分析某些特有的地方病（甲狀腺腫、烏洛夫病）产生的可能原因。由于我們仅有一些極为初步的和非常不充分的数据，所以目前要想对这項研究作出任何結論来还未免为时过早。我們在今后几年还將对黑龙江地区土壤、土壤水和植被中的微量元素繼續进行研究。但是我們認为可以把下述資料作为極为初步的东西發表出来（这些資料是由国立莫斯科大学土壤教研室的瓦西列夫斯卡婭和一些化学工作者分析和整理的）。

（一）黑龙江地区成土母質中的微量元素

平均起来，以湖相沉积物和泛濫地沉积物最富含微量元素（Mn，Cr，Ni，V，Cu，Ba，Sr，B)。这也是可以理解的，因为正如上面所指出的，河相和湖相冲积物以及第Ⅱ、Ⅲ級阶地冲积物乃是处在風化产物和成土产物部分淀积的地帶內。

分佈在黑龙江地区的花崗岩和第三紀砂土这些成土母岩上的微量元素，是最少有保証的。

这里应該指出，在鄰近自由城和复蓋有老第三紀石英砂的地区內，广泛傳播着一种与缺碘有关的甲狀腺腫病。

銅的表現很特殊，它在砂質沉积物和花崗岩中的含量要比湖相冲积層中为高。

关于不同母質中微量元素的比較含量，可按表5資料加以判断。

（二）殘积条件下的土壤形成和微量元素

我們在下面將要探討在黑龙江地区不同类型的成土母質（花崗岩、玄武岩、石灰岩和砂岩等）条件下微量元素在成土过程中所要發生的变化。在目前，我們拥有关于花崗岩和某些沉积岩上成土作用的一些資料。从剖面218的資料中可以看出（該剖面位于黑龙江省黑河区花崗岩風化壳上），在与由花崗岩形成殘积物和土壤細土部分的同时，硼、鉻、鋇、鎳、釩、銅和錳的含量有所增加。但是在这之中，在底土層中發

表 5　黑龙江上游成土母質中微量元素的比較含量（%）

母　　質	Mn	Cr	V	Ni	Cu	Ba	Sr	B
花崗岩（P.218）	$1.7\cdot10^{-2}$	$<3.5\cdot10^{-3}$	$<1.0\cdot10^{-3}$	$<5.0\cdot10^{-4}$	$2.3\cdot10^{-3}$	$4.5\cdot10^{-2}$	$<1.0\cdot10^{-2}$	$9.2\cdot10^{-4}$
湖相沖积物（重粘壤質）（P.225）	$9.0\cdot10^{-2}$	$3.0\cdot10^{-2}$	$6.0\cdot10^{-2}$	$3.0\cdot10^{-3}$	$1.6\cdot10^{-3}$	$6.0\cdot10^{-2}$	$5.2\cdot10^{-2}$	$3.5\cdot10^{-3}$
礫石質砂（P.239）	$1.7\cdot10^{-2}$	$1.4\cdot10^{-2}$	$2.0\cdot10^{-2}$	$<1.0\cdot10^{-3}$	$<1.0\cdot10^{-3}$	$4.0\cdot10^{-2}$	$5.7\cdot10^{-2}$	$<1.0\cdot10^{-3}$
第三紀砂質沖积物（P.213）	$2.2\cdot10^{-2}$	$7.9\cdot10^{-3}$	$1.0\cdot10^{-2}$	$1.2\cdot10^{-3}$	$5.2\cdot10^{-3}$	$5.4\cdot10^{-2}$	$7.5\cdot10^{-2}$	$9.0\cdot10^{-4}$
泛濫地層狀沉积物（P.258）	$8.9\cdot10^{-2}$	$1.5\cdot10^{-2}$	$2.0\cdot10^{-2}$	$2.0\cdot10^{-3}$	$3.9\cdot10^{-3}$	$4.5\cdot10^{-2}$	$8.7\cdot10^{-2}$	$7.2\cdot10^{-3}$

現銅、钒、鎳和鍶有極为明显的淀积，而在土壤剖面的上部則發現有淋溶。土壤細土部分和土壤層形成的程度越高，則土壤層中硼、鉻和錳的含量便越大。至于这种現象的普遍性如何，則很难判断。这个問題在今后的研究中应該加以进一步的确定。

（三）黑龙江地区的土壤和微量元素

我們就黑龙江上游四个主要土壤类型取得了分析結果，並制出了微量元素的分佈圖。这四个主要土壤类型是：

（1）棕色森林土（剖面 218）；

（2）棕色灰化土（剖面 239）；

（3）潛育灰化土（剖面 241）；

（4）厚層草甸土（剖面 203）。

在任何情况下均可从微量元素的分佈圖中發現，微量元素在土壤表層內的含量呈有規律的普遍增加。在腐殖質層中确定微量元素有特别明显的积聚，同时腐殖質含量越大，微量元素积聚的程度便越高。如果土壤中只有 A 2 層（灰化層），則發現某些微量元素的含量有所減少。在無腐殖質層中微量元素的含量通常較低。

因此，在总的方面可以認为，在黑龙江地区的条件下成土过程的特点是，一系列微量元素进行絕对的或相对的积聚。

我們就同一类型土壤的現有分析結果加以平均，最后得到了很有意义的資料（見表 6），这項資料显示出黑龙江上游主要土类中微量元素的含量。

根据表內的資料可以确定如下几点：

錳在泛濫地土壤中淀积得最多，在草甸土和潛育灰化土中較少，在棕色森林土和棕色灰化土中最少。

鉻在棕色森林土和棕色灰化土中的含量要比在其他土壤中的含量高一倍以上。

鎳大量积聚在厚層草甸土和沼澤土中。在其余土壤中其含量大致相同。

钒大量积聚在厚層草甸土和沼澤土中。在其余土壤中其含量大致相同。

表 6 黑龙江上游几个主要土类中微量元素的含量

土壤	Ti	Mn	Cr	V	Ni	Cu	Ba	Sr	B	Zn	Co	Mo
棕色森林土 P.218		$8.9\cdot10^{-2}$	$2.5\cdot10^{-2}$	$1.4\cdot10^{-2}$	$2.1\cdot10^{-3}$	$4.9\cdot10^{-3}$	$5.2\cdot10^{-2}$	$4.2\cdot10^{-2}$	$2.9\cdot10^{-3}$	$<1.0\cdot10^{-2}$	$<1.0\cdot10^{-3}$	$<1\cdot10^{-3}$
棕色灰化土 P.230		$8.7\cdot10^{-2}$	$2.3\cdot10^{-2}$	$1.3\cdot10^{-2}$	$1.8\cdot10^{-3}$	$5.9\cdot10^{-3}$	$7.5\cdot10^{-2}$	$8.9\cdot10^{-2}$	$2.4\cdot10^{-3}$	〃	〃	〃
泛滥地草甸土	$1.8\cdot10^{-1}$	$8.8\cdot10^{-1}$	$1.3\cdot10^{-2}$	$1.4\cdot10^{-2}$	$2.3\cdot10^{-3}$	$9.3\cdot10^{-3}$	$6.2\cdot10^{-2}$	$6.1\cdot10^{-2}$	$8.4\cdot10^{-3}$	〃	〃	〃
厚層草甸土 P.208		$1.3\cdot10^{-1}$	$1.7\cdot10^{-2}$	$3.1\cdot10^{-2}$	$4.2\cdot10^{-3}$	$3.9\cdot10^{-3}$	$6.0\cdot10^{-2}$	$5.0\cdot10^{-2}$	$5.5\cdot10^{-3}$	〃	〃	〃
潛育灰化土 P.241		$1.8\cdot10^{-1}$	$1.3\cdot10^{-2}$	$1.6\cdot10^{-2}$	$2.9\cdot10^{-3}$	$7.2\cdot10^{-3}$	$7.1\cdot10^{-2}$	$4.4\cdot10^{-2}$	$4.6\cdot10^{-3}$	〃	〃	〃
沼澤土		$5.1\cdot10^{-2}$	$1.25\cdot10^{-2}$	$2.5\cdot10^{-2}$	$4.4\cdot10^{-3}$	$8.8\cdot10^{-3}$	$5.3\cdot10^{-2}$	$1.0\cdot10^{-1}$	$4.6\cdot10^{-3}$	〃	〃	〃

表 7

元素	地壳中的平均含量（根据高里斯密德）	俄罗斯平原土壤中的平均含量	黑鈣土中的平均含量	棕色森林土	棕色灰化土	潛育灰化土	厚層草甸土	泛滥地草甸土
Ti	$4.4\cdot10^{-1}$	$1.7\cdot10^{-1}$—$6.9\cdot10^{-1}$	$4.1\cdot10^{-1}$					
Mn	$1.0\cdot10^{-1}$	$1.6\cdot10^{-2}$—$1.24\cdot10^{-1}$	$8.3\cdot10^{-2}$	$8.9\cdot10^{-2}$	$8.7\cdot10^{-2}$	$1.8\cdot10^{-1}$	$1.3\cdot10^{-1}$	$8.8\cdot10^{-1}$
Ba	$4.3\cdot10^{-2}$	$5\cdot10^{-2}$	$4.0\cdot10^{-2}$	$5.2\cdot10^{-2}$	$7.5\cdot10^{-2}$	$7.1\cdot10^{-2}$	$6.0\cdot10^{-2}$	$6.2\cdot10^{-2}$
Cr	$2.0\cdot10^{-2}$	$1.9\cdot10^{-2}$	$4.0\cdot10^{-2}$	$2.5\cdot10^{-2}$	$2.3\cdot10^{-2}$	$1.3\cdot10^{-2}$	$1.7\cdot10^{-2}$	$1.3\cdot10^{-2}$
Sr	$1.5\cdot10^{-2}$	$3.0\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-2}$	$4.2\cdot10^{-2}$	$8.9\cdot10^{-2}$	$4.4\cdot10^{-2}$	$5.0\cdot10^{-2}$	$6.1\cdot10^{-2}$
V	$1.5\cdot10^{-2}$	2.92—$9\cdot10^{-3}$	$2.92\cdot10^{-3}$	$1.3\cdot10^{-2}$	$1.3\cdot10^{-2}$	$1.6\cdot10^{-2}$	$3.1\cdot10^{-2}$	$1.4\cdot10^{-2}$
Ni	$1.0\cdot10^{-2}$	$1.7\cdot10^{-3}$—$4.9\cdot10^{-3}$	$4.9\cdot10^{-3}$	$2.1\cdot10^{-2}$	$1.8\cdot10^{-3}$	$2.9\cdot10^{-3}$	$4.2\cdot10^{-3}$	$2.3\cdot10^{-3}$
Zn	$8.0\cdot10^{-3}$	$2.5\cdot10^{-3}$—$1.2\cdot10^{-2}$	$7.2\cdot10^{-3}$	$1.0\cdot10^{-2}$				
Cu	$7.0\cdot10^{-3}$	$1.2\cdot10^{-3}$—$3.0\cdot10^{-3}$	$3.0\cdot10^{-3}$	$4.9\cdot10^{-3}$	$5.9\cdot10^{-3}$	$7.2\cdot10^{-3}$	$3.9\cdot10^{-3}$	$9.3\cdot10^{-3}$
Co	$4.0\cdot10^{-3}$	$1.0\cdot10^{-3}$	$6.1\cdot10^{-4}$	$1.0\cdot10^{-3}$				
B	$1.0\cdot10^{-3}$	$4.0\cdot10^{-4}$—$1.8\cdot10^{-3}$	$1.2\cdot10^{-3}$	$2.9\cdot10^{-3}$	$2.4\cdot10^{-3}$	$4.6\cdot10^{-3}$	$5.5\cdot10^{-3}$	$8.4\cdot10^{-3}$
Mo	$2.3\cdot10^{-4}$	2.6—$3.0\cdot10^{-4}$	$8.6\cdot10^{-5}$	$1.0\cdot10^{-3}$				

銅积聚在泛濫地土壤和潛育灰化土中。在其余土壤中其含量略低。

鎳在各种土壤中的数量大致相同。

鍶在棕色灰化土和沼澤土中的含量略高。在其他土壤中其含量相似。

硼在泛濫地土壤、潛育灰化土和沼澤土中有明显的积聚。

由此可以作出一般性的結論：有許多种微量元素（錳、銅、硼）都积聚在泛濫地土壤中，而鉻則积聚在質地較輕的土壤中亦即棕色森林土和棕色灰化土中，这类土壤通氧性較好，並进行較为强烈的氧化作用。

在探討各个剖面的数据当中，發現棕色森林土的数据具有很大的多样性。这可以用成土母質的巨大复杂性来解釋。草甸土中微量元素的含量具有很大的一致性，这与成土母質的一致性有关。

微量元素也和大量元素一样，能够轉化为活性狀态，由一些类型的風化壳中遊离出来，而淀积在另一些类型的風化壳和土壤之中。例如，我們可以看到錳化合物从地形部位高的地区中的淋失和在泛濫地內的淀积。我們也可看到如鉻、釩和銅这样一些元素从較高地区的棕色灰化土中的淋失。

（四）黑龙江地区土壤同地壳及俄罗斯平原土壤中微量元素含量的对比

为了分析黑龙江地区土壤的微量元素組成的特点，我們認为有必要將該区土壤中微量元素的含量，同地壳中微量元素的平均含量（根据高尔斯密德）和俄罗斯平原土壤中微量元素的平均含量（根据維諾格拉托夫）进行对比。我們选黑鈣土的微量元素組成作为主要标准。

对比的結果列入表 7 中。

我首先說明一下微量元素含量减少的順序。

地壳：Ti，Mn，Ba，V，Cr，Cu，B，Ni；

黑鈣土：Ti，Mn，Ba＝Cr＝Sr，B，V，Cu，Zn，Co，Mo；

黑龙江地区的土壤：Ti，Mn，Ba，Sr，V，Cr，Cu，B，Ni。

下面我們討論一下几个最重要的微量元素的性狀：

錳——錳在地壳中的平均含量为 $1 \cdot 10^{-1}$。在俄罗斯平原土壤中含錳量达 10^{-2}。黑龙江地区草甸土中含錳量較俄罗斯平原黑鈣土中的含量为高。棕色森林土、棕色灰化土中含錳量与黑鈣土中相同。

鋇——鋇在黑龙江地区土壤中的含量与在地壳和俄罗斯平原土壤中的含量同为 10^{-2}。但是在这一数量級的范圍內，黑龙江地区各种土壤中的含鋇量要明显地高于其他地区的土壤（高于这一数量級的⅓）。

鉻——鉻在黑龙江地区土壤中的含量与在地壳和俄罗斯平原土壤中的含量同为 10^{-2}。但是在这一数量級的范圍內，草甸土、沼澤土和泛濫地土壤中的含鉻量要明显地小于其他土类中的含量。

鍶——鍶的含量为 10^{-2}。在俄罗斯平原土壤和黑鈣土中，鍶数量級的指数各为 3 和 4（$3、4 \cdot 10^{-2}$），黑龙江地区土壤在含鍶量上与作为計算标准的黑鈣土，特别是与地壳的平均組成有着显著的不同。在 10^{-2} 这一数量級的范圍內，在草甸土中含鍶量的指数为 5 和 6，而在棕色灰化土中含鍶量的指数则为 $8.9 \cdot 10^{-2}$。由此可見，黑龙江地区土壤中的含鍶量是很丰富的。

釩——如果把俄罗斯平原土壤中的含釩量，而特别是把黑鈣土中的含釩量（10^{-3}）作为标准的話，则可看出，黑龙江地区土壤中的含釩量要大一个数量級，即为 10^{-2}。

鎳——黑龙江地区土壤中的含鎳量，除厚層草甸土外，均較俄罗斯平原黑鈣土为低，但仍保持在同一数量級的范圍之內（10^{-3}）。如与地壳的平均組成相比較，则其含鎳量要低一个数量級（在地壳中为 10^{-2}，在黑龙江地区土壤中为 $2—4 \cdot 10^{-3}$）。

銅——黑龙江地区土壤中銅的含量如与作为計算标准的黑鈣土相比較，则其含銅量显然多于后者（在黑鈣土中为 $3 \cdot 10^{-3}$，在黑龙江地区土壤中为 $4—9 \cdot 10^{-3}$）。

硼——黑龙江地区草甸土和泛濫地草甸土中硼的含量較黑鈣土大½数量級。

从我們的概述中可以看出，就一般的情形而論，黑龙江地区土壤的特点，如其說是缺乏微量元素（在所研究的土壤組成中），还莫如說是富含微量元素。値得特别指出的是，黑龙江地区土壤中如鋇和鍶这样一些具有毒性的微量元素，其含量要較俄罗斯平原土壤和黑鈣土为高。同时，黑龙江地区土壤中的含釩量和含硼量也較俄罗斯平原土壤为丰富。

（五）黑龙江地区地下水和河水中微量元素的含量

进入土壤地下水的是一些活性最大的風化产物和成土产物。因此，土壤地下水乃是土壤和風化壳中元素迁移現象的最可靠的指示者。我們在研究黑龙江上游地下水和河水中各种微量元素的含量当中，發現了一些很有意义的新規律。在多数情况下，黑龙江河水中微量元素的濃度要較观測井中取得的土壤水和地下水为低。同样也可設想，澤雅河河水也是如此。在黑龙江草甸阶地的土壤地下水中（剖面 227），各种微量元素的濃度要較遭受殘积过程的最高地形部位的地下水高½—1 数量級。

因此，我們上面所提到的关于黑龙江和澤雅河草甸阶地乃是風化产物和成土产物的搬运和部分淀积地区的这一見解，也在各个微量元素方面得到了証实。反之，在第三紀砂質平原的土壤地下水中（剖面 213），各种微量元素的总濃度则远較前者为少：低于前者 1—2 数量級。

我們要特别指出鍶濃度的升高。东貝加尔湖烏洛夫病区地下水中鍶的濃度与黑龙江地区地下水中的濃度相同。应該指出，烏洛夫病区泉水中鍶的濃度为 $2.5 \cdot 10^{-1}$ 或 $7.5 \cdot 10^{-2}$。在 Ильдокан 和 Газемур 河水中的濃度为 $2.5 \cdot 10^{-2}$（見表 8）。

表 8 黑龙江上游地区地下水和河水样品的光譜分析結果（克/升）

采样地点	瓶号	Mn	Cr	Ni	Cu	Sr
P.225	32	$4.2\cdot10^{-5}$	$3.5\cdot10^{-5}$	$5.3\cdot10^{-6}$		
P.240	48	$5.4\cdot10^{-5}$	$4.8\cdot10^{-5}$	$1.1\cdot10^{-5}$	$7.5\cdot10^{-5}$	$6.6\cdot10^{-5}$
P.242	52	$6.0\cdot10^{-5}$	$4.0\cdot10^{-5}$	$9.9\cdot10^{-6}$	$6.2\cdot10^{-5}$	$6.1\cdot10^{-5}$
P.227	29	$1.7\cdot10^{-4}$	$1.1\cdot10^{-4}$	$3.0\cdot10^{-4}$	$2.1\cdot10^{-4}$	$2.1\cdot10^{-4}$
P.226	41	$5.3\cdot10^{-5}$	$4.1\cdot10^{-5}$	$9.8\cdot10^{-6}$	$8.5\cdot10^{-5}$	
P.213	10		$3.0\cdot10^{-7}$	$2.7\cdot10^{-7}$		

（六）黑龙江上游植被中微量元素的含量

这項研究仅仅开始，在今后几年当中將繼續进行。应該特别指出，在黑龙江地区內柞树叶叢富含鍶和鋇，而針叶則富含錳和鍶，这兩者在微量元素的組成中佔有首位。小麦的穗也是如此，其中鋇和鍶的含量也同样有明显的提高。黑龙江地区的草本植物，其中的含鋇量也同样較高。

草体中銅的含量也有提高，与平均結果相比較約高 0.5—2 数量級。鍶的表現更为特殊。根据維諾格拉托夫的資料，植被中鍶的平均含量为 10^{-4} 。而在黑龙江地区的植被中含鍶量达 10^{-1}，这就是說，要較前者大到 1000 倍。仅仅是在小麦中鍶的含量为10^{-3}，这就是說，要比植被中鍶的平均濃度大到 10 倍。

目前作出任何結論和总結还未免为时过早，但是这項数字材料把鍶、鋇以及釩的問題提到了首位，也許这些微量元素在动物有机体的發病和矿物中毒方面起有一定的作用。

在这一章的末了，我們將黑龙江地区土壤、水分和植物中微量元素含量次序的綜合性表格援引如下：

表 9

	微量元素含量的次序（由大到小）
地壳	Ti, Mn, Ba, Cr, Sr, V, Ni, Cu, Co, B, Mo
黑鈣土	Ti, Mn, Ba, Cr, Sr, Ni, Cu, V, B, Co, Mo
黑龙江上游土壤	Ti, Mn, Ba, Sr, V, Cr, Cu, B, Ni
水分	V, Cu, Mn, Sr, Cr, Ba, Ni, Co
植物	Sr, Ba, Mn, B, V, Cu, Cr, Mo, Co, Ni

七. 外貝加尔湖和黑龙江地区土壤中烏洛夫病致病菌和鐮刀菌屬其他菌种的分佈

这項工作是由 ВНИИА 抗生素研究室、莫斯科大学抗生素研究室微生物組和莫斯科大学低等植物教研室的微生物学家們在貝科尔（Беккор）的領导下进行的。

在烏洛夫病区內鐮刀菌（*Fusarium*）对种子的总感染度不大于未發病区，而就

Fusarium sporotrichiella 而言，甚至在未發病区（对照区）略較發病区为高。

在100%的情况下，都从外貝加尔湖的小麦根中分离出純种的 *Fusarium*，在已知菌种中間主要是与小麦共生的几派（*Discolor* 和 *Roseum*）。在烏洛夫病区內，从 *Discolor* 派中分离出的类型較少，从 *Roseum* 派和寄生派 *Elegaus* 中分离出的类型較多，而 *Fusarium sporotrichiella*（烏洛夫病的致病菌）則未曾从小麦根中分离出来。

在采自額尔古納河地区、播种有馬鈴薯和小麦的耕地土壤中，在 *Fusarium* 对烏洛夫病区和未發病区的感染度方面，沒有發現特别明显的差異。在播种有小麦的土壤中 *Fusarium* 对其他眞菌佔优势的程度無論在任何地方都要較播种有馬鈴薯的土壤为高。共生派 *Discolor* 在烏洛夫病区播种有小麦的土壤中和在对照区播种有馬鈴薯的土壤中佔优势，但是按土壤中孢子的数目来說則存在有相反的規律。寄生派 *Martiella* 和 *Elegius* 主要見于小麦地內，而且在对照区內較多。在由根体所分离出来的 *Discolor* 派的优势种，也在土壤中比其他菌种佔有优势，在耕地土壤中，無論在任何地方都沒有分离出 *Sporotrichiella* 派的菌种。

在处理生長有額尔古納河和黑龙江地区草甸群系的土壤当中發現，烏洛夫病区的这类土壤如与对照区相比較，則其中的 *Fusarium* 略佔优势。在烏洛夫病区草甸土中种的組成方面，*Elegaus* 和 *Roseum* 派的代表者略佔优势，而在对照区中 *Discolor* 和 *Martiella* 派略佔优势。在絕大多数的情况下，*Sporotrichiella* 派的菌种（烏洛夫病的致病菌）都是从烏洛夫病区草甸中分离出来的，在与其相隣地区的草甸土中这类菌种也有少量地被分离出来。在从未感染烏洛夫病的地区，則很少从草甸土中分离出这类菌种（只有一系）。

在烏洛夫病区和对照区土壤中，在 *Fusarium* 的分佈方面，沒有發現很大的差異，但是 *Fusarium sporotrichiella*（烏洛夫病的致病菌）則全部是重新發病的草甸及与其相隣的地区中分离出来的。在这种病業已消除的草甸中沒有分离出这种眞菌，在未發病区的草甸中仅有一次曾分离出来。

在草甸土中 *Fusarium* 特别是 *Discolor* 和 *Elegaus* 主要是分佈在禾本科植物的根际內。在生長有豆科植物的土壤中 *Fusarium* 的种类很少。只有 *Sporotrichiella* 派的一些代表者見于所有植物群的根际中，它們与土壤的关系显然較之与根际特殊条件的关系为密切，尽管如此，但是这些代表者以存在于生長有豆科植物的土壤中的数量为最少。

八. 初步結論

1. 在額尔古納河，在現有進行农業生产的方式下，从作物种子中很少分离出烏洛夫病的致病菌，也沒有發現这种致病菌在烏洛夫病区的谷物中佔有优势。

2. 烏洛夫病的致病菌大概与小麦根沒有共生的关系。从小麦根分离出这种致病菌的尝試，暫时还沒有获得結果。

3. 这种致病菌也不存在于播种有小麦的耕地土壤中，在这种土壤中，無論是在烏洛夫病区或者是在未發病的对照区， 都是以 *Fusarium* 的其他菌种和 *Discolor* 派的共生者佔有优势。

4. 烏洛夫病的致病菌仅存在于生長有外貝加尔湖和黑龙江地区草甸群系的土壤中，与烏洛夫病区的草甸土有明显的关系，部分地也与其相隣地区有关。

5. 烏洛夫病的致病菌作为 *Fusarium* 的共生种在草甸群系中， 如其說是与一定的植物种有关，还莫如說是与土壤有关，而在数量上则在生長有禾本科植物的土壤中略佔优势。

6. 很明显，在額尔古納河和黑龙江地区內，存在有保存草甸群系土壤中烏洛夫致病菌的“天然倉庫”，草甸群系土壤乃是这种有毒眞菌分佈的根源，这种眞菌不存在于禾本科作物和播种有作物的土壤中。

（楊景輝、常世华譯）

黑龙江流域的土壤和农業利用

宋達泉 曾昭順 熊叶奇 嚴長生 沈善敏 莊季屏*

（中国科学院林業土壤研究所）

一. 前 言

中国科学院与苏联科学院黑龙江綜合考察队自然条件組， 于1956年6月开始，对黑龙江流域的自然資源进行研究，以便在修建水电站及發展工業的附近地区，找出适当的农業基地，以生产大量粮食和畜牧产品。

經过四个月的野外考察，对該区土壤、植物和草原有了新的認識，以后繼續在中国科学院林業土壤研究所和苏联莫斯科大学土壤系进行实驗室研究，現一部份工作尚在进行中，本篇系部分的总結資料**。

二. 土壤形成的自然条件

（一）气候特点

黑龙江流域位于东亞季風区，而其上游及額尔古納河流域地区位于季風区的边緣地帶，本区冬季受蒙古及西伯利亞高气压的控制，气候严寒，少雪，寒潮頻繁，大地冻結，夏季受海洋洋流和季風的影响，溫和多雨，冬夏風向相反，溫度較差很大，为典型的大陆性季風气候，在黑龙江中下游及松花江流域，年雨量都在500毫米以上，大部雨量集中于5—9月，6—8月为最高，在黑龙江中游的山地区及苏联沿海州一帶雨量較高，全年可达700毫米左右。

本区的年平均溫度約为4°至 -3°C， 7月平均溫度在18—22°C之間， 1月平均溫度在-22°至 -30°C，由此可知本区气候夏季溫暖，而冬季寒冷。

本区气候的另一特点为夏季日照时間長，約达17小时， 冬季日照时間很短，仅8小时。而土壤常有季节性冻層，冻層厚度約为2米左右，在黑龙江上游的山谷地及高山区，常有永冻層的存在。

按本区气候特点，可將本区划分为几个气候区：

1. 呼倫貝尔草原气候区——全年雨量約为300毫米左右，夏季最热月溫度高

---

* 宋达泉系中国科学院林業土壤研究所研究員及副所長，曾昭顺为副研究員，熊叶奇、严長生、沈善敏、庄季屏均为研究实習員。

** 本篇引用土壤分析数字系由中国科学院林業土壤研究所土壤理化組叶炳同志主持下所完成，微量元素分析系在苏联莫斯科大学生物土壤系在Н.Г.Зырин教授指导下由熊叶奇及 Э.Корнблюм 所担任。

于10℃，冬季最低月溫度低于－30℃，蒸發量大于降水量二倍以上，有大片草原的分佈，木本植物很少。

2．大兴安嶺泰加雪林气候区——佔有大兴安嶺的大部，年雨量在350—600毫米之間，高山地帶有永久冻層存在，冬季寒冷，最低月平均溫度可在－30℃以下，有南部泰加林的分佈。

3．寒溫帶季風区——佔有黑龙江中下游的广大地区，年雨量在400—700毫米之間，夏季气溫較高，可达15—20℃，生長期較長，在150—180日之間，为森林草甸（湿草原）及草甸草原的分佈区，按自然景观及其他气候因素可再划分一个副区，即松辽平原西部地区可称为寒溫帶季風草甸草原区（包括齐齐哈尔，安达，白城子一帶）。

黑龙江流域的气候特征，对生物、土壤和农林業的發展影响很大。如上述的气候分区，与植物分佈也密切相关，东部广大的地区都是森林草甸区，而非森林草原区，而松辽平原是草甸草原区，而非干草原区。本区的生長期一般都在5个月左右，但植物的生長仍很迅速，当每年生長季开始时，植物迅速萌發，光合作用也比溫帶和热帶强盛，而夏季的日照时間長，日間暖热，晚間溫凉，特别是夏季雨水充足，这些条件，都促使植物的迅速生長。而植物在冬季的生長显較緩慢。本区气候特征，对农作物的生長影响很大，因本区在作物生長季节，溫度雨量都很适宜，所以对一般作物如小麦、大豆、高粱、玉米、小米、水稻、蔬菜、菓树都能生長，並获得高产，一般均以一季作物为限。但在黑龙江上游沿江地帶及內蒙草原地帶，因生長期較短，使生長期長的作物如高粱、大豆、水稻等不易成熟，冬季过冷，对菓树的生長亦不适宜，作物在早春播种及秋季成熟期，易受霜害和冻害。

本区气候对于土壤發育的影响，主要是夏季矿質風化，淋溶作用和有机質分解作用强盛。而冬季寒冷，生物活动作用很弱，使土壤易于积聚有机質，並保持土壤水分。同时冬春季土壤中深厚冻層的形成，使土壤滲透性減弱，也影响通气性和土壤溫度；在湿潤区域，易于使草甸化和沼澤化的作用發展，夏季溫暖湿潤，在排水良好的高阶地砂層沉积上，可有淀积層明显並富含鉄質的棕色森林土及灰化棕色森林土的分佈。

（二）地質及地理条件

黑龙江流域的地理条件受大地構造的影响很显著。

在黑龙江右岸地区有大兴安嶺与小兴安嶺的背斜隆起，与左岸地区的达呼尔背斜隆起，構成本区大陆的骨幹，有太古界片麻岩与片岩等的分佈，在大小兴安嶺兩大背斜之間，形成东北盆地，在小兴安嶺、大兴安嶺与达呼尔三大背斜隆起之間，形成澤雅-布列亞盆地。在錫霍特嶺与兴安布列雅大背斜之間，形成三江盆地。

黑龙江流域的造山运动自古生代以至新生代陆續进行，地壳也起显著的变化，主要的山脉都在中生代以前形成，但西霍特阿林山脉和三江盆地一帶，主要是新生代的

地壳运动形成。第三紀时在澤雅平原及三江平原有大量砂礫層的沉积，当时黑龙江曾流經烏苏里江而入大彼得灣，以后地壳变动，使黑龙江流入韃靼海峽，造山运动在第四紀初期才比較靜止，黑龙江的河谷形成，並繼續沉积，澤雅-布列亞平原，在第四紀有广大的湖相沉积。

黑龙江河谷地貌，主要在第三紀以后逐漸發育，第三紀及第四紀的深厚沉积，構成了河谷的各級阶地和广大的平原，从新生代地質的研究*，知道在第四紀以后古气候和地面植被有显著的变化。在第四紀初期（Q_1）的沉积中，含有木蘭屬、棕櫚屬、樟屬及桑科等植物的花粉，显示該期为亞热帶的气候，並有亞热帶的植被。該期沉积主为黃灰色混有粘土物質的砂礫沉积，为相对高度60—70米的阶地，其后为Q_2的沉积，时期約相当于美洲的冰川期，該期沉积仅有局部存留，为高約20米的阶地，在該層中含有落叶松、云杉、樺木等喜冷植物的花粉，而在高山地帶有冰川分佈；該期气候較目前为冷，地面有針叶林的分佈。

其后为Q_3的沉积，分佈广泛，主要形成黑龙江及烏苏里江河谷的第一及第二阶地，在澤雅平原主为第二阶地，高出河床約10—20米左右，在該期沉积中可發現毛象化石，植被气候与目前相似。

其后为近代沉积Q_4，可再分为Q_4^1及Q_4^2二層，大部为泛濫地的砂礫及粘土沉积，Q_4^1約为7,000—8,000年前的沉积，有櫟树（*Quercus*）、椴树（*Tilia*）、黃檗（*Phellodendron*）等植物的花粉。这層沉积为紅棕色砂質粘土，富含鉄質及鉄結核，可推知当时气候較目前溫暖湿潤。Q_4^2为近数千年內的沉积，多分佈于新泛濫地，多为黃棕色的砂質和粘土沉积，下部有时有白色及黃紅色的粘土沉积。

从第四紀地質的研究資料，可以推知黑龙江流域气候、植被、地貌和土壤演变發育的情况，本区在高阶地和丘陵地，普遍有紅棕色風化壳及古土壤的存在，反映过去在溫暖湿潤的气候下的成土过程，而在第一阶地形成时期，气候亦比目前溫暖湿潤，土壤中有較多的鉄質沉积。由此可知自第四紀以来，黑龙江中下游及烏苏里江流域，長期在針叶林、濶叶林及針濶混交林的被复下，沒有經过草原的时期，澤雅-布列亞平原的沉积物中，沒有鹽分存在，亦系一明确的証据。但澤雅平原和兴凱平原在第四紀中期，为湖相沉积，至第四紀后期，黑龙江河床已稳定，湖相沉积形成第一及第二阶地，料想該时有森林沼澤及森林草甸的出現，在近代人类活动的影响下，將平原区的森林砍伐，並發展农業，所以澤雅-布列亞平原、兴凱平原和三江平原，四圍均系森林所圍繞，不可能單独出現草原或干草原地帶。

至于为大小兴安嶺所环繞的东北大平原，主要亦系第三紀及第四紀的砂礫及粘土質沉积，局部有类似黃土性粘土的沉积，过去嫩江可能經辽河入渤海，以后因松辽分水地帶地壳上升，使嫩江流入松花江而为黑龙江的支流，东北平原三面环山，西南部

* 据全苏地質研究所第四紀地質学家 Ю.Ф.Чемеков 介紹的資料。

与內蒙高原相連，因此易受蒙古大陆气候的影响，比較干燥多西南風，可使蒙古高原的細微土粒經風力移运而在盆地中沉积，东北平原的东部及北部，为森林草甸地帶，而西南部逐漸过渡为草甸草原和草原地帶。这一地帶的农業發展正常，因气候比較干旱，土壤中遊离碳酸的含量丰富，地下水的矿化程度較强，而該区又無正規的排水系統，所以低地鹽分聚集蒸發，形成草甸重碳酸鹽鹽土和碱土，小部分为草甸硫酸鹽-氯化物鹽土。因該区地势平坦，夏季降雨多，有草甸碳酸鹽黑土的存在，农業發展正常，而低地为鹽碱土，目前發展畜牧業。

黑龙江上游的河源之一为額尔古納河，該河流經內蒙呼倫貝尔草原区，並沿大兴安嶺西麓至斯达了克与石勒喀河会合而为黑龙江，呼倫貝尔草原区受內陆草原气候的影响較大，全年雨量約200—300毫米，因夏季仍受季風的影响，雨水較多，該地生長的草原植物有羽茅（*Stipa biacanensis*）、無芒雀麦草（*Bromus inermis*）、蓍草（*Elymus chinensis*）、老碱草（*Agropyron repens*）、冰草（*Agropyrum cristatum*）、草地早熟禾（*Poa pratensis*）等，土壤以栗鈣土及草甸栗鈣土为主，低地有草甸重碳酸鈉及硫酸鹽-氯化物鹽土和碱土的分佈。

（三）黑龙江河谷地貌

黑龙江流域，从上源額尔古納河，石勒喀河，黑龙江上游到中游及其支流烏苏里江和松花江，河谷阶地都很發育，各河河流的阶地，都可相互比較。黑龙江河床的坡降很緩，上游从波克洛夫卡到黑河及海蘭泡，为黑龙江上游，該段約900公里，河床高度增加150米，河床的坡降不到万分之二；从黑河至伯力一段，約1,000公里，为黑龙江中游，河床降低約80米，平均坡降为万分之0.8，自伯力至江口一段为下游，約1,000公里，河床坡降仅万分之0.4。

黑龙江的河谷阶地很明显，如在黑河—海蘭泡一段的阶地高度如下表：

	高出平常水位（米）	海拔高度（米）
低泛濫地	1—2	121—122
高泛濫地	3—7	123—127
第一阶地	10—15	130—135
第二阶地	20—30	140—150
第三阶地	60—80	180—200
第四阶地	130—170	250—290

黑龙江上中游，額尔古納河，石勒喀河，澤雅河，松花江，嫩江及烏苏里江，第一至第三阶地都普遍存在。在澤雅平原及黑河一帶，第四阶地的高度不等，因受割切和侵蝕很明显，主为白色或黃色的粗砂層。据苏联地質学家研究，認为系第三紀沉积，在各地区阶地的高度，可稍有差異，而未見上游缺失第一及第二阶地的現象，仅在某些峽谷区，阶地有局部缺失現象。

各級阶地表明不同时期的沉积，也說明各阶地的土壤剖面的絕对年龄是不同的，

但高阶地因受割切和侵蝕的影响，与植被經过数次的演变，而土壤剖面發育也很有差異。

在泛濫地土壤的發育，与沉积物种类及小区地貌密切相关。如地形稍高的为砂質的沉积，多發育成砂質的暗色草甸土与層狀草甸土；而地势低窪处，为質地粘重的沉积物，多形成腐植質層較厚的草甸土与草甸潛育土（或显泥炭化）。

在黑龙江中游及烏苏里江一帶的第一阶地，如地势平坦，成土物質粘重的，多生長草甸植物或黑樺林，土壤多發育成草甸白漿土，如为砂質的沉积，可生長白樺及櫟树，土壤为草甸棕色森林土。

黑龙江中上游及烏苏里江的第二阶地，多为粘土性的沉积，在5—10米以下，仍有砂層沉积，这种湖沼性的粘土沉积，因透水緩慢与季节性冻層的存在，多發育成深厚暗色草甸土及草甸潛育棕色森林土及白漿土。

黑龙江上中游的第三及第四阶地，多为砂質沉积，土壤透水良好，氧化作用显著，土壤以棕色森林土为主，但局部上層仍为粘土性的沉积，仍可發育成草甸土或草甸棕色森林土，烏苏里江沿岸的第三阶地，土壤仍以白漿土或白漿化的棕色森林土为主。

黑龙江与嫩江間的分水嶺及黑龙江与澤雅河間的分水嶺都系割切的高原地形，高度約在500—600米間，地面为以柞、樺、椴为主的濶叶林及小叶樟、莎草等草甸沼澤植物的被复，土壤以草甸潛育棕色森林土及草甸潛育土为主，此种高原地区因地势高，气候冷而土壤水分多，今后可以發展飼料基地及局部栽培麦类作物为主。

三. 主要土类及其特性

黑龙江流域土壤可作如下的分类：

（一）灰化土

（1）棕色灰化土

（2）潛育灰化土

（二）棕色森林土

（3）灰化棕色森林土

（4）棕色森林土

（5）草甸棕色森林土

（三）草甸土

（6）暗色草甸土

（7）潛育草甸土

（四）白漿土

（五）沼澤土

表 1 黑龙江流域

(Данные химического анализа

剖面号及地点 No. разреза и местность	土壤名称 название почвы	土層 горизонт	采样深度 глубина образца в см	水分 влажность (%)	腐殖質 гумус (%)	pH 水浸液 водный	鹽浸液 (KCl) солевой
1	2	3	4	5	6	7	8
黑-35(247) 加林达 джалинна	粘壤質棕色灰化土 суглинистые бурые подзалистыэ почвы	A_1	0—5	2.67	7.33	6.31	5.61
		A_2	5—14	1.94	3.03	6.39	4.92
		A_2/B_1	14—27	2.88	0.97	6.02	5.06
		B_2	30—50	1.04		6.11	4.75
		B_3g	70—80	0.67		6.39	4.29
		C_1/g	125—135	1.21		6.31	4.79
		C_2	160—170	0.65		6.27	4.82
黑-27 (239) 齐尔湼沃 черняево	砂壤質棕色灰化土 супесчаные буро-подзолистые почвы	A_1	0—10	0.98	3.91	6.52	5.76
		A_1/A_2	15—25	0.99	0.42	5.89	5.06
		B_1	40—50	0.98	0.38	6.58	4.74
		B_2	75—85	0.99		6.18	5.17
		BC	100—110	0.99		6.11	5.10
		C_1	130—140	0.98		6.06	4.96
		C_2	180—200	0.99		7.30	5.46
黑-28 (240) 齐尔湼沃 черняево	砂粘壤質輕度潜育灰化土 супесчано-суглинистые слабо-глеево-подзолистые почвы	A_1	0—7	3.84	29.44	5.87	4.97
		A_2	10—19	0.91	1.02	6.31	4.00
		A_2/B_1	22—32	1.73	0.92	6.06	4.66
		B_2g	50—60	3.52		6.44	4.41
		B_3g	100—110	2.25		6.56	4.81
		Cg	140—150	2.15		6.32	4.86
黑-29(241) 鷗浦 оу-пу	粘壤質的輕度潜育灰化土 суглинистые слабо-глеево-подзолистые почвы	A_0	0—4	5.59	19.62	5.81	5.26
		A_1	4—8	2.99	6.19	5.76	4.87
		A_2	12—22	1.78	0.85	5.74	4.47
		B_1g	30—40	4.17	0.80	5.86	4.36
		B_2g	55—65	2.99		5.65	4.56
		C_1g	120—130	3.63		6.34	4.92
		C_2g	130—140	3.84		6.38	4.91
黑-39 漠河 мо-хэ	粘壤質泰加森林土 суглинистые таежные лесные почвы	A_1	3—15	0.98	7.04	5.32	4.16
		Bg	30—40	1.21	0.78	5.75	4.25
		Cg	55—65	0.97	0.60	6.06	4.00

灰化土化学分析結果

подзолистых почв бассейна Амура)

水解酸 гидролотическая кислотность	代换性陽离子（每百克土中毫克当量） обменные катионы в м-экв на 100г. почвы								盐基饱和度 степень насыщенности почвы основаниями
	Ca++	Mg++	Na+	K+	H+	Al+++	盐基总量 сумма оснований	总量中 Na+% Na+B% от суммы	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3.63	15.70	3.32	0.64	0.42	0.05	0.03	20.10	3.18	84.70
3.10	9.10	3.36	0.32	0.14	0.06	0.06	12.92	2.47	80.64
2.40	10.38	4.58	0.52	0.14	0.07	0.03	15.62	3.32	86.68
3.52			0.32	0.14	0.07	0.42			
			0.32	0.21	0.07	1.38			
1.03			0.52	0.26	0.05	0.12			
0.64			0.16	0.21	0.06	0.45			
1.58	14.43	1.06	0.64	0.11	0.06	0.02	16.34	3.92	91.18
0.96	2.84	0.14	0.80	0.32	0.05	0.07	4.10	19.51	81.02
1.82	5.89	2.34	0.64	0.25	0.08	0.15	9.12	7.01	83.36
0.93	4.10	1.77	0.64	0.53	0.05	0.11	6.94	9.22	88.33
0.63					0.04	0.04			
0.45					0.04	0.11			
0.39					0.05	0.02			
4.20	28.44	4.89	0.64	0.11	0.22	0.14	34.08	1.87	89.00
2.44	3.45	1.27	0.32	0.05	0.07	0.22	5.09	6.28	67.59
3.54	5.73	2.27	0.32	0.26	0.06	0.63	8.58	3.72	70.79
3.59	10.34	5.43	0.52	0.42	0.07	0.72	16.71	3.11	82.31
1.68		–	0.32	0.32	0.05	0.08			
1.26			0.32	0.32	0.05	0.03			
14.48	28.74	5.95	0.32	0.46	0.16	0.30	35.47	0.90	71.01
8.02	12.43	2.14	0.32	0.10	0.12	0.25	15.09	2.10	65.29
3.87	5.35	2.78	0.32	0.26	0.12	0.88	8.69	3.69	69.18
5.01	11.07	5.56	0.52	0.32	0.13	1.28	17.47	2.97	77.71
3.20	9.95	5.17	0.64	0.21	0.16	0.60	15.97	4.00	83.30
2.39	14.20	6.64	0.52	0.32	0.08	0.15	21.68	2.39	90.07
2.05	12.51	5.89	0.32	0.32	0.12	0.08	19.04	1.68	90.27
12.36	6.29	1.81	0.32	0.32	0.11	3.77	8.74	3.66	41.42
4.75	3.95	0.83	0.64	0.36	0.07	1.92	5.78	11.07	54.88
4.69	9.42	2.39	0.64	0.11	0.06	0.06	12.56	5.09	72.81

（六）碱土

（七）鹽土

（八）黑鈣土

（九）栗鈣土

（一）　灰化土

黑龙江流域的灰化土，以在大小兴安嶺高山地区分佈的發育較佳，而在河谷地区分佈的，为棕色灰化土，及輕度潛育灰化土，这种土壤主要分佈在黑龙江上游鷗浦、齐尔湟沃、漠河、加林达一帶山地及河谷阶地。

1.　棕色灰化土

这种棕色灰化土的植物被复为泰加林，主要植物有樟子松（*Pinus silvestris* var. *mongolica*）、兴安落叶松（*Larix dahurica*）、黑樺（*Betula dahurica*）等，林下植物有韃子香（*Rhododendron dahuricum*）、牙疙瘩（*Vaccinium vitisidaca*）、都柿（*Vaccinium uliginosum*）、杜香（*Ledum palustre*）。

棕色灰化土的剖面特性（如齐尔湟沃东北8公里）如下:

表層（A_1）为暗棕灰松軟的砂粘壤土，其下为淋溶層（A_1/A_2），厚約十余厘米为淺灰棕色砂壤土，其下为淀积層，显棕至紅棕色，下部較紧而湿潤，厚度約70厘米，底層为黄棕色礫質砂土。

这种土壤位于起伏丘陵地頂部，表面略显侵蝕，土壤pH 呈微酸性，約为6.0左右，上下各層差異不大，水解性酸含量很少，每百克土仅0.4—1.8毫克当量，代換性鹽基表層稍高，为16.39毫克当量，下層含量很低，鹽基飽和度表層达91%，A_1/A_2及B_1稍降低，机械性淋溶也不显著，土壤理化分析結果見表1及表2。

由此可知这种灰化土与正常的灰化土有区别，从土壤形成过程来看，目前虽为針叶及濶叶树所被复，但从剖面特征观察，下層土显紅棕色，而土壤pH 値显微酸性，可以推知这种土壤原为棕色森林土，目前开始有輕微的灰化，所以可認为是棕色森林土向灰化土过渡的土壤，从第四紀地質的資料，知道本区在7,000—8,000年前，气候較目前为暖，風化壳及古土壤中多含鉄質，土壤的代換鹽基含量亦較高。

这种土壤須注意防止土壤侵蝕，並使其長期有森林被复。

2.　潛育灰化土

黑龙江河谷的潛育灰化土分佈于鷗浦、漠河、加林达一帶的高阶地或丘陵地，成土物質为砂礫及粘土沉积，或發育于侏罗紀砂岩風化物上，地面植被以樟子松、落叶松——越桔群落为主。

本区潛育灰化土表面为淺薄的落叶層，以松針及少数濶叶为主。其下为暗灰色泥炭化腐植質層（A_1），松軟，多水分，A_2呈淺棕灰，显片狀或屑粒結構的粘壤土很多，很湿潤，更下为A_2/B_1，为淺灰棕色或黄棕色重粘壤土，略显細团粒或团塊結構。

表 2 黑龙江流域灰化土机械分析結果

剖面号	采样深度（厘米）	盐酸洗失量 %	1.00—0.25 %（毫米）	0.25—0.05 %（毫米）	0.05—0.01 %（毫米）	>0.01%（物理沙粒）	0.01—0.005 %（毫米）	0.005—0.001 %（毫米）	<0.001%（毫米）	<0.01%（物理粘粒）
黑-29	0—4	2.61	0.96	30.13	34.69	65.78	15.40	13.37	5.45	34.22
	4—8	2.84	1.52	13.39	40.77	55.68	13.93	18.46	11.93	44.32
	12—22	1.11	2.11	27.97	29.18	59.26	12.55	16.90	11.29	40.74
	30—40	2.27	10.96	47.12	14.09	72.17	6.10	13.47	8.26	27.83
	55—65	1.51	0.52	29.39	22.02	51.93	9.19	17.83	21.05	48.07
	120—130	1.11	0.31	35.67	14.41	50.39	7.34	14.27	28.00	49.61
	130—140	2.31	1	29.19	8.33	37.52	26.45	9.91	26.12	62.48
黑-30	0—8	2.03	0.97	14.53	43.25	58.75	13.39	18.83	9.03	41.25
	8—15	2.35	1.57	15.80	21.93	39.30	24.70	20.07	15.93	60.70
	18—28	2.62	1.38	16.26	28.67	46.31	6.45	19.75	27.49	53.69
	32—42	1.49	2.68	18.64	19.47	40.79	10.84	16.56	31.81	59.21
	75—85	1.24	1.05	5.86	24.98	41.89	5.29	16.32	36.50	58.11
	125—135	1.00	1.17	27.04	23.13	51.34	3.58	15.63	29.45	48.66
黑-35	0—5	2.06	19.15	38.28	2.05	59.93	10.60	17.18	12.29	40.07
	5—14	2.61	6.80	18.37	27.22	52.39	7.89	6.19	33.53	47.61
	14—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30—50	1.56	17.93	17.65	13.17	48.75	5.04	12.48	33.73	51.25
	70—80	2.00	14.81	19.59	3.10	37.50	14.41	16.33	31.76	62.50
	125—135	1.89	53.98	19.00	5.94	78.92	7.29	9.11	4.68	21.08
	160—170	1.63	69.25	15.72	2.42	87.39	1.67	6.04	4.90	12.61
黑-28	0—7	1.25	38.88	19.91	21.19	79.98	7.34	8.87	3.81	20.02
	10—19	2.42	29.46	1.80	28.19	58.45	8.34	4.44	28.77	41.55
	22—32	1.67	3.49	60.74	1.77	66.00	4.20	12.14	17.66	34.00
	50—60	1.19	27.66	25.83	6.90	60.39	0.49	28.84	4.28	39.61
	100—110	1.00	38.54	15.68	8.65	62.87	6.60	18.31	12.22	37.13
	140—150	1.01	55.40	1.25	9.46	66.11	8.72	7.63	17.54	33.89

表 3 黑龙江流域棕色

（Данные химического анализа

剖面号及地点 № разреза иместность	土壤名称 название почвы	土層 горизонт	采样深度 глубина взятия почвы в см	水分(%) влажность	腐殖質 % гумус	pH 水浸液 водный	鹽浸液 KCl солевой
1	2	3	4	5	6	7	8
黑-14	粘壤質輕度潛育灰化	A_0A_1	0—5	0.99	10.01	6.14	4.86
(225)	棕色森林土	A_2	5—10	0.95	0.92	5.83	4.11
庫馬拉	суглинистая слабо-	A_2B	15—25	0.99	0.71	6.23	4.06
	глеево-подзолистая	B	30—40	0.99	—	5.95	4.31
	бурая лесная почва	BC	50—60	0.98	—	5.86	4.44
		C_1	80—90	0.99	—	6.27	4.56
		C_2	112—123	0.98	—	6.43	4.86
烏-44	棕色森林土						
饒河	бурая лесная почва	A_0A_1	0—11	7.41	7.94	6.20	5.58
东安		A_2	11—21	2.30	2.16	6.05	5.58
		A_2B	21—29	1.90	—	6.36	5.30
		B	35—45	3.51	—	6.28	5.54
		C	80—90	2.56	—	6.56	5.28
烏-43	粘壤質的草甸棕色森	A_1'	1—8	2.45	5.95	8.15	6.94
饒河	林土	A_1''	8—15	1.72	2.10	6.60	4.80
石通	суглинистая луговая	A_2	15—25	1.72	0.74	6.20	4.36
	бурая лесная почва	A_2B	40—50	2.35	0.48	6.00	4.20
		BC	75—85	2.35	—	6.30	4.40
		C_1	105—115	1.72	—	6.30	4.50
		C_2	140—150	1.41	—	6.68	5.30
		C_3	160—170	3.51	—	6.60	4.80
黑-46	粘壤質的草甸棕色森	A_0A_1	0—6	2.98	6.42	6.56	5.60
(259)	林土	A_1A_2	7—17	2.35	1.58	6.48	5.43
嫩江	суглинистая луго-	B_1	20—30	3.30	1.03	6.17	5.17
九三农場	вая бурая лесная	B_2	40—50	3.71	0.74	6.33	4.86
	почва	BC_1	80—90	3.69	2.93	6.24	5.33
		C_2	125—135	3.84	—	6.20	4.96

森林土化学分析結果

бурых лесных почв бассейна Амура)

水解酸 гидролитическая кислотность	代换性阳离子(每百克土中毫克当量)обменные катионы в м-экв на 100г. почвы								盐基饱和度 степень насыщенности почвы основаниями
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	H^{+}	Al^{+++}	盐基总量 сумма оснований	总量中 Na^{+}% Na^{+}B% от суммы	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7.13	20.80	4.33	0.32	0.10	0.13	0.12	25.55	1.25	78.18
6.13	6.16	2.62	0.16	0.14	0.07	2.35	9.08	1.75	59.69
6.85	9.00	4.55	0.80	0.14	0.13	3.09	14.49	5.52	67.90
5.30	10.46	4.77	0.29	0.31	0.10	1.76	16.83	7.66	76.05
3.04	9.97	4.47	0.96	0.31	0.09	0.47	15.71	6.11	83.78
2.56	12.68	5.97	1.29	1.06	0.08	0.38	21.00	6.14	89.13
1.80	13.60	5.41	0.80	0.21	0.07	0.10	20.02	3.99	91.75
2.56	26.34	3.54	—	—	0.04	0.04	29.88	—	92.11
1.34	16.73	2.12	—	—	0.02	0.07	18.85	—	93.36
1.21	21.53	3.51	—	—	0.05	—	25.04	—	95.39
1.29	24.59	4.32	—	—	0.06	—	28.91	—	95.73
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.30	14.65	4.28	—	—	0.05	0.02	18.93	—	93.25
2.70	5.44	2.22	—	—	0.07	0.20	7.66	—	73.94
4.06	2.61	0.88	—	—	0.12	2.63	3.49	—	44.90
3.84	4.06	2.06	—	—	0.10	2.62	6.12	—	61.45
2.46	4.92	2.77	—	—	0.10	1.24	7.69	—	66.87
2.07	4.38	1.92	—	—	0.10	1.34	6.30	—	75.27
0.80	3.57	1.95	—	—	0.08	0.15	5.52	—	87.34
1.03	6.98	2.95	—	—	0.10	0.35	9.93	—	90.60
2.39	18.11	3.47	0.52	0.96	0.06	0.06	23.06	2.25	90.61
1.64	9.54	9.28	0.64	0.36	0.06	0.11	19.82	3.23	92.36
1.72	10.01	5.35	0.64	0.32	0.08	0.05	16.32	3.92	90.47
2.23	10.62	7.24	0.32	0.32	0.07	0.06	18.50	1.72	89.24
2.97	13.05	5.17	0.32	0.32	0.06	0.02	18.86	1.70	86.39
2.30	10.63	6.98	0.32	0.26	0.07	0.10	18.19	1.76	88.78

B層厚数十厘米，为黄棕或灰棕色的粘壤土，显团塊結構，下部显潛育灰斑；底層C/g为棕灰色粘壤土，显明显的冲积層次，紧实粘韌，潛育明显，結構体表面有白色矽酸粉末。

表面泥炭化薄層土壤腐植質含量很高，达20—30%，A_2層迅速減少至1%左右，土壤的pH值在6.0左右，各層間的差異不显，表層水解性酸較高，下層減少，代换鹽基总量表層达30毫克当量，下層減少，A_2層在10毫克当量以下，B,C層又增高近20毫克当量，代换鹽基以Ca最多，鎂次之，並含少量的代换性鈉，代换性H，Al的含量也很低，多小于1毫克当量，鹽基飽和度A_1層較高，达70—90%．A_2降至70%左右，B，C層又升至90%左右，机械成分的淋溶不显著，潛育灰化土的理化分析結果見表1及表2。

从上述剖面特性，可知这种土壤显示輕度灰化，由于地势平緩，土壤質地較粘与有季节性冻層的存在，使土壤透水緩慢，並显輕度潛育作用。

在漠河以南的阶地和丘陵地土壤，可称为泰加森林土，其特性为土層淺薄，呈中酸性（pH值为5.3—6.0），並显潛育，为泰加林所被复，林下多毽子香、越桔、杜香等酸性指示植物。其特点为代换性鹽基含量特低，上層仅6—9毫克当量，但仍含有少量代换性鈉，水解性酸度較高，表層达12.36毫克当量，上層鹽基飽和度很低，仅41.4—55%，由此可知这种土壤亦受灰化与潛育的作用。

据初步研究結果，可知黑龙江上游的河谷地区，在鷗浦、齐尔湼沃以上，有棕色灰化土及潛育灰化土的存在。这种土壤与眞正灰化土的性質不同，虽然这些地区也是在以針叶林为主的植被下进行發育，但因受古土壤与粘重母質的影响，使灰化作用进行很弱，而本区森林常为針濶叶树相互交替，与一部份草甸植物侵入的結果所致，並說明輕度灰化土中仍可有少量代换性鈉的存在，其含量与黑龙江中下游的草甸土及白漿土中所含的相似。

从土壤的养分分析結果（表9），知棕色灰化土与輕度潛育灰化土的N，P含量，表層較高，A_2迅速遞減；由此可知目前針濶叶林的生長，仍能积累养分，这种土壤适宜于森林的生長。將来如局部須加开垦，須注意施肥，並作排水的措施。

（二） **棕色森林土**

黑龙江河谷及其支流，有广大的棕色森林土的分佈，如呼瑪、庫瑪拉、黑河、海蘭泡、嫩江县及黑龙江中游及烏苏里江流域的各級阶地、較低山地和高原，都有普遍的分佈，按棕色森林土的性質又可分为下列三个亚类：

（1）棕色森林土

（2）灰化棕色森林土

（3）草甸棕色森林土

棕色森林土是黑龙江流域分佈的主要显域土，一般都有濶叶林和針濶混交林的被

表 4　黑龙江流域棕色森林土机械分析結果

剖面号	采样深度（厘米）	鹽酸洗失量 %	1.00—0.25 %（毫米）	0.25—0.05 %（毫米）	0.05—0.01 %（毫米）	>0.01（物理沙粒）%（毫米）	0.01—0.005 %（毫米）	0.005—0.001 %（毫米）	<0.001%（毫米）	<0.01（物理粘粒）%（毫米）
烏-43	1—8	3.38	18.11	7.39	36.66	62.16	8.10	10.54	19.20	37.84
	8—15	1.13	25.84	18.64	20.84	65.32	6.99	17.46	10.23	34.68
	15—25	0.71	24.92	4.73	26.16	55.81	7.80	29.79	6.60	44.19
	40—50	0.61	21.80	30.44	12.25	64.49	8.36	19.20	17.95	35.51
	75—85	1.24	53.03	—	20.26	70.26	8.80	5.24	15.70	29.74
	105—115	0.92	48.82	0.99	20.67	70.48	9.08	10.13	10.31	29.52
	140—150	0.30	62.40	4.60	18.36	81.22	4.46	6.15	8.17	18.78
	160—170	1.07	59.24	15.61	13.94	88.79	3.61	1.10	6.50	11.21
黑-46	0—6	1.15	20.00	8.94	14.53	43.47	29.07	4.06	23.40	56.53
	7—17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20—30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	40—50	1.74	18.86	3.21	29.67	51.74	5.09	10.94	32.26	48.26
	80—90	1.69	20.50	10.21	25.69	56.40	7.87	9.93	25.80	43.60
	125—135	1.43	17.12	15.00	19.62	51.74	6.86	2.00	39.40	48.26
黑-23	6—8	—	0.95	40.00	26.04	66.99	10.25	16.82	5.94	33.01
	22—32	—	0.63	29.76	31.61	62.00	10.95	14.66	12.39	38.00
	50—60	—	1.08	29.94	33.88	64.90	10.88	16.01	8.21	35.10
	90—100	—	6.38	66.04	15.45	87.87	6.18	3.53	2.42	12.13
	140—150	—	3.46	70.95	15.67	90.08	3.09	5.07	1.76	9.92
烏-13	9—18	—	7.94	9.51	38.12	55.57	20.79	17.73	5.91	44.43
	28—35	—	6.37	5.66	30.75	42.78	18.73	22.81	15.68	57.22
	45—55	—	19.86	6.78	15.62	42.26	10.68	18.70	28.36	47.74

复，或为次生的濶叶树幼林，主要植物有蒙古櫟（*Quercus mongolica*）、黑樺（*Betula dahurica*）、白樺（*Betula platyphylla*）、山楊（*Populus davidiana*）、紫椴（*Tilia amurensis*）、榛子（*Corylus heterophylla*），亦有針叶树如樟子松（*Pinus silvestris* var. *mongolica*）、黄花落叶松（*Larix olgensis*）、紅松（*Pinus koriansis*）、魚鱗云杉（*Picea jezoensis*）及臭冷杉（*Abies nephrolepis*）的生長。

林下植物有唐松草（*Thalictum minor*）、大叶巢菜（*Vicia pseudoorbus*）、胡枝子（*Lespedeza bicolor*）、山玫瑰（*Rosa dahurica*）、蒼术（*Atriostyloides japonica*）、兎子毛（*Tanacetum sibiricum*）等，主要为森林草甸植物及草甸植物。

棕色森林土發育正常的多見于地形割切的高阶地和坡度較大的山地，以砂礫層，花崗岩，砂頁岩，片岩及玄武岩風化物發育为主。土壤的排水与通气良好，氧化作用亦很显著，表土灰棕色，腐植質含量可达10%左右，呈微酸性反应，pH在60左右，表土下为A B層，呈淺灰棕色，呈不稳固的細团粒結構，多虫穴及树根，其下为棕色的B層，为湿潤显团塊的淀积層，树根仍多，底層为淺棕色的風化母質。

各層間土壤pH值变化不显，都在6.0左右，水解性酸的含量上層較高，可达5—11毫克当量，底層降低至1—3毫克当量，代换性鹽基含量以表層最高，可达26—37毫克当量，以代换性Ca佔最大部份，代换性H、Al的含量很低，多数剖面不含代换性鈉，而个別剖面亦含有少量代换性鈉（在1毫克当量以下），在砂土上發育的棕色森林土，代换鹽基含量可降低至10毫克当量以下。

鹽基飽和度一般均較高，表土可达75—92%，底層亦在80—90%之間，某些剖面A B層的鹽基飽和度降低至60—70%。棕色森林土的理化分析結果見表3及表4。

灰化棕色森林土，亦可称为灰棕色森林土，主要在針濶混交林下發育，如小兴安嶺帶嶺一帶紅松林下亦有此种土壤發育，在表土下的灰化層較明显，但亦不呈强酸性，为針濶混交林及針叶林常相互演替情况下發育的土壤。

草甸棕色森林土在黑龙江上中游及其支流的河谷阶地、丘陵地及高原都有广泛的分佈，其特点为分佈区的地势比較平緩或成土母質較粘，並有針濶叶林、濶叶树幼林及混有草甸植物被复下發育的土壤，此土在第一阶地質地較輕松的旧冲积層上即有發育，其附近可有草甸土或白漿土的存在，与在較高阶地及丘陵地分佈的性質頗相似，表層多为暗灰色粘壤土，略显团粒，其下为A/B層，显灰棕或棕色，团塊結構，其下为棕黄色B層，質地較砂的可有鉄錳成分的沉积，C層为黄棕色的砂壤土或粘壤土；B，C層質地粘重的，潛育現象較明显。

草甸棕色森林土的理化特性如下，腐植質含量表層約为6%，至B層減少至1%左右，pH值各層均在6.0—6.6之間，水解性酸的含量很少，代换鹽基含量表層較高可达23—25毫克当量，A層下部及B，C層均減少，在14—20毫克当量間，代换性

鎂的含量較高，除表層外，均为代换性鈣含量的40—60％，代换性鈉与鉀的含量很低，都小于1毫克当量。草甸棕色森林土的鹽基飽和度都很高，各層都在86—92％之間，草甸棕色森林土的理化分析結果見表3及表4。

上述各种棕色森林土，一般肥力尙高，在地面平整而A及B層的厚度超过40—50厘米的，可供耕垦之用。但在地形割切較烈的高阶地及山坡地，則仍以保育森林为主。草甸棕色森林土位于第一至第三阶地，目前生長草甸植物及榛等灌木植物的，适于开垦供农業利用。

（三）草甸土

在黑龙江流域的各河谷阶地、泛濫地及平緩山坡地，都普遍有草甸土的分佈。关于草甸土一名詞，过去或未列入独立的土类，或仅指河谷及盆地中腐植質層深厚，受地下水影响並有石灰質的土壤。而格拉西莫夫院士所編的苏联土壤圖（1954），將澤雅平原的土壤称为草甸黑土。在1956年黑龙江流域考察时，經柯夫达通訊院士及李維罗夫斯基教授等研究，認为在澤雅平原、东北平原北部及黑龙江河谷地的土壤，受草甸植物影响，积聚多量腐植質並受地下水及冻層水分影响的，都称为草甸土。現將本区草甸土的分佈及特性分述如下：

本区草甸土，分佈于黑龙江河谷的泛濫地及各級阶地，都屬于暗色草甸土，更按腐植質層厚度分为薄層、中厚、深厚及極厚暗色草甸土，而受潛育作用較强的又称潛育草甸土。

分佈于黑龙江及其支流沿岸的泛濫地，多为層狀薄層暗色草甸土，及層狀深厚暗色草甸土。在澤雅-布列亞平原第一及第二阶地分佈的，以中厚及深厚的暗色草甸土为主，在黑河第一至第三阶地分佈的以深厚暗色草甸土为主，在嫩江县及北安一帶高阶地分佈的为深厚及極厚暗色草甸土，潛育草甸土在泛濫地及各級阶地的低窪处，都有分佈。

草甸土生長的植物以草甸植物为主，亦有草原草甸，草原植物及榛柞等森林植物，主要的植物有小叶章（*Calamagrostis epigios*）、宿根巢菜（*Vicia amoena* 草籐）、展开蓼（*Polygonum divaricatum*）、唐松草（*Thalictum minus*）、野火球（*Trifolium lupinaster* 大球花）、地榆（*Sanguisorba ofbicinalis*）、蓬子菜（*Galium verum*）等。

草甸土的形成主受草甸植物的影响，很深的根系，可吸取土層中的鹽基成分；而表土中紧密的根系，可积聚大量的有机質，並使土壤形成团粒結構，本区草甸土受季节性冻層的影响，常使土壤剖面在1—2米的深度，显示輕度潛育現象，全剖面多無石灰質的积聚。底層常有灰斑和銹斑，上層常有小型鉄子的存在。在剖面的中下部，有明显的矽酸粉末的积聚，或成眼点狀，或存于土壤結構表面，由于土壤矿質成分分解与碳酸作用后形成游离矽酸，然后經毛細管水上升蒸發而沉淀。这种土壤肥力很高，保水力强，而分佈区地势平坦，适于耕作，虽在干旱年份，仍可获得丰产，而在多雨年

表 5 黑龙江流域草

（Данные химического анализа

剖面号及地点 № разреза и местность	土 壤 名 称 название почвы	土 層 горизонт	采样深度 глубина образца в см	水 分 (%) влажность	腐殖質 (%) гумус	pH 水浸液 водный	鹽浸液 (KCl) солевой
1	2	3	4	5	6	7	8
黑 36 加林达	草甸土 луговая	A₁′	0—5	5.59	10.77	6.23	5.29
		A₁″	5—15	4.82	3.49	5.92	4.49
		A₁‴	20—30	5.37	2.17	6.10	4.92
		A₁″″	40—50	6.04	1.42	6.40	4.69
		C_1	60—70	6.26	1.83	6.25	4.70
		C_2	80—90	6.26	0.79	6.23	4.65
			140—150	5.82	0.48	6.24	4.71
黑-37 加林达	暗色草甸土 темно-луговая	A₁′	0—20	5.84	6.32	6.48	5.35
		A₁″	30—50	5.70	3.18	6.18	5.15
		BC	70—90	5.48	1.57	6.06	4.67
		C_1	120—130	5.15	1.09	6.33	4.74
		C_2	190—200	5.82	0.96	6.39	4.99
黑-45 嫩江 九三农場	暗色草甸土 темго-луговая	A₁′	0—20	5.48	7.82	6.45	4.99
		A₁″	20—40	5.48	3.06	6.49	5.01
		A_1g	50—70	6.15	1.65	6.51	5.05
		C_1g	80—100	5.82	1.05	6.30	4.99
		C_2g	115—120	1.31	—	6.65	4.83
		C	135—150	8.38	—	6.66	5.26
黑-22 呼瑪	草甸土 луговая	A₁′	0—9	4.27	7.42	6.00	5.04
		A₁″	12—22	3.73	1.58	6.30	5.18
		A₁‴	30—40	4.27	1.05	6.13	4.67
		C_1g	60—70	4.82		6.23	4.53
		C_2g	108—128	5.37		5.71	4.61
烏-27 虎林 火石山	潛育草甸土 глеево-луговая	A₁′	0—12	5.10	14.24	5.95	4.80
		A₁″	18—28	2.98	3.35	6.08	4.87
		A₁‴g	32—42	2.35	1.67	6.06	4.63
		A₁″″g	60—70	5.70	1.46	6.46	4.57
		C_1	100—110	4.60	1.23	6.56	5.23
		C_2	140—150	1.72	0.35	6.33	4.32
		C_3	185—195	5.48	1.91	6.58	5.06

甸土化学分析結果

луговых почв бассейна Амура)

水解酸 гидролитическая кислотность	代换性陽离子（每百克土中的毫克当量） обменные катионы в м-экв на 100 г. почвы						盐基总量 сумма оснований	总量中Na+% Na+ в % от суммы	盐基饱和度 степень насыщенности почвы основаниями
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	H^{+}	Al^{+++}			
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6.02	36.45	7.61	0.52	0.53	0.11	0.06	45.10	1.15	88.22
6.51	15.01	7.01	0.80	0.53	0.08	0.30	23.35	3.43	78.20
5.40	18.17	9.01	0.80	0.32	0.10	0.23	28.30	2.83	83.98
4.94	18.37	10.25	0.32	0.21	0.08	0.35	29.15	1.10	85.51
4.59	19.22	10.21	0.32	0.21	0.11	0.42	29.96	1.07	86.71
4.00	19.10	8.26	0.52	0.21	0.11	0.56	28.09	1.85	87.54
3.02	17.80	9.69	0.81	0.32	0.09	0.26	28.62	2.83	90.51
3.19	27.18	9.12	0.52	0.32	0.07	0.09	37.14	1.41	92.09
4.70	20.34	9.42	0.32	0.10	0.07	0.06	30.18	1.06	86.53
4.51	18.86	9.31	0.52	0.14	0.07	0.18	28.83	1.80	86.47
3.92	19.49	8.59	1.04	0.21	0.08	0.16	29.33	3.55	88.21
2.72	21.00	8.33	0.64	0.32	0.06	0.38	30.29	2.11	91.76
4.07	27.18	4.37	0.32	0.36	0.08	0.09	32.23	0.99	88.79
4.76	20.23	10.10	0.64	0.21	0.08	0.04	31.18	2.05	86.76
4.40	20.60	11.58	0.32	0.32	0.08	0.10	32.82	0.96	88.18
3.40	19.33	11.48	0.64	0.32	0.08	0.08	30.77	1.57	90.05
2.10					0.12	0.01			
1.62					0.09	0.06			
7.33	18.18	4.89	—	0.14	0.10	0.06	23.21	—	76.00
4.52	14.30	5.56	—	0.14	0.08	0.25	20.00	—	81.57
5.14	14.35	7.76	0.32	0.14	0.10	0.56	22.25	1.44	81.23
4.90	—	—	—	—	0.11	0.57	—	—	—
4.18	—	—	—	—	0.09	0.34	—	—	—
4.85	22.84	6.41	0.96	0.32	0.08	0.07	30.53	3.14	86.29
5.70	9.79	4.80	0.16	0.21	0.09	0.12	14.96	1.07	72.41
3.90	9.39	4.24	0.32	0.11	0.06	0.10	14.06	2.28	78.29
2.22	24.40	13.80	0.64	0.21	0.06	0.10	39.05	1.64	94.62
2.04	20.62	11.19	0.80	0.21	0.06	0.02	32.82	2.44	94.15
3.70	7.57	3.76	0.92	0.11	0.06	0.73	11.76	2.72	76.07
2.19	22.47	11.27	0.64	0.21	0.05	0.02	34.59	1.85	94.05

表 6 黑龙江流域草甸土机械分析結果

剖面号	采样深度（厘米）	盐酸洗失量 %	1.00—0.25 %（毫米）	0.25—0.05 %（毫米）	0.05—0.01 %（毫米）	>0.01（物理沙粒）%（毫米）	0.01—0.005 %（毫米）	0.005—0.001 %（毫米）	<0.001 %（毫米）	<0.01（物理粘粒）%（毫米）
黑—6	0—10	1	7.39	4.96	29.26	41.61	16.74	19.10	22.55	58.37
黑河	18—28	1.11	2.65	12.60	42.43	57.68	9.95	26.42	5.95	42.32
	35—45	1.15	14.19	8.13	34.33	56.65	5.66	3.54	34.15	43.35
	60—70	1.34	0.84	1.43	26.06	28.33	24.33	10.01	37.33	71.67
	90—100	1.26	3.80	10.46	32.48	46.74	5.48	12.03	35.75	53.26
	110—120	1.05	5.35	17.43	21.63	44.41	4.10	8.84	42.65	55.59
	130—140	0.97	55.82	18.75	10.21	84.78	3.45	7.17	4.60	15.22
烏—15	0—4	2.00	1.38	5.99	18.26	25.63	15.35	3.62	55.40	74.37
饒河	4—20	2.21	0.41	42.40	0.89	43.70	9.60	6.08	40.64	56.32
	30—40	2.92	0.41	19.19	20.92	40.52	16.35	17.05	26.08	59.48
	80—90	1.35	1.67	14.54	15.50	31.71	4.39	19.63	44.37	68.29
	120—130	4.20	—	8.39	26.01	34.40	5.07	15.64	44.89	65.60
	150—160	3.21	—	2.03	13.85	34.16	7.03	18.69	40.12	65.84
	220—230	3.00	6.43	6.10	28.27	40.80	2.04	34.55	22.25	59.20
烏—21	0—9	1	0.57	11.00	38.65	50.22	28.99	14.28	6.51	49.78
伊曼	12—22	1	0.11	15.32	37.08	52.51	19.16	20.83	7.50	47.49
	35—45	1	2.29	10.00	34.88	47.17	16.92	26.83	9.08	52.83
	80—90	1	0.09	16.26	50.81	67.15	13.26	7.75	11.83	32.84

份，土壤水分过多，不利于耕作和收获。

草甸土的 pH 值，多在 6.0—6.5，各層間無明显的差别，水解性酸度多在 2—7 毫克当量之間（每百克土壤），代换性鹽基总量，多在 30—45 毫克当量之間（每百克土壤），表層代换鈣含量为 30 毫克当量左右，下層減少为 15—20 毫克当量；代换性鎂含量，上下各層都在 10 毫克当量左右，代换性鈉的含量为 0.5—1.0 毫克当量，代换性氫和鋁的含量都小于 0.1 毫克当量。各土層的鹽基飽和度都在 80—90 % 之間。草甸土的理化分析結果見表 5 及表 6。

分佈于泛濫地的砂質層狀暗色草甸土，代换性鈣、鎂的含量都較低，代换总量仅 10 毫克当量左右；鹽基飽和度仍在 85—90 % 之間。

潛育草甸土的性質，因受較高地下水及上層滯水的影响，潛育作用更为明显，地面植被以小叶樟（*Calamagrostis epigejos*）及苔草（*Carex* sp.）群落为主，土壤腐植質，pH 值及代换性鹽基含量与草甸土相似，在草根層下即为 Ag 層，代换鹽基含量及鹽基飽和度显著的降低。在烏苏里江沿岸分佈的潛育草甸土，局部白漿化較明显，鹽基代换量及鹽基飽和度都較低。

暗色草甸土和潛育草甸土的肥力都高，是黑龙江流域主要农業土壤。

（四）白漿土

在黑龙江中游和烏苏里江一帶的河谷阶地，都普遍有白漿土的分佈，这种土壤，过去格林喀称为灰化土，近年来格拉西莫夫院士所編苏联土壤圖和喀企陽尼所編远东土壤圖都称为生草灰化土，在中国近年来亦多采用这一名詞，但李維罗夫斯基教授等則称此种土壤为脫碱土或草甸脫碱土。去年又在烏苏里江流域对这种土壤的分佈和發育过程作了重点的观察，並做了些初步的理化性質研究，仍不能确定为生草灰化土或脫碱土，所以暫用中国农民習用的名称——白漿土，，兹將其主要性質介紹于下：

白漿土分佈于三江平原，烏苏里江河谷及黑龙江省与吉林省东部的河谷阶地与山坡地，主要發育于粘重的湖沼与河流沉积，及粘重的母岩風化物上，其特征为土層上部滯水（深度約 20—50 厘米），腐植質層下为灰白色的粘韧層，其下为不易透水的棕灰色粘土，在稜塊狀結構面上显暗棕色的膠膜，永久地下水位常在数米以下，土壤形成不受其直接影响。

白漿土地区的植物被复以次生的濶叶林及草甸植物为主，濶叶树林以黑樺（*Betula dahurica*）、山楊（*Populus davidiana*）、椴（*Tilia manshurica*）及蒙古櫟（*Quercus mongolica*）为主，多生長矮小，不成密林，林下植物有鈴蘭（*Convaratia manshurica*）、草莓委陵菜（*Potentile fragariodes*）、地楡（*Sanguisorba officinalis*）及蕨（*Pteridium aquilium*）等，部分的白漿土分佈区，全为草甸植物，以叢樺-小叶樟群落，或小叶樟群落为主，主要植物有叢樺（*Betula fluticosa*）、沼柳（*Salix brachypodia*）、小叶樟（*Calamagrostis hirsula*）、白花地楡（*Sanguisorba*

表 7　黑龙江流域白

(Данные химического анализа

剖面号及地点 № разреза и местность	土壤名称 название почвы	土层 гори-зонт	采样深度 глубина образца в см	水分 (%) влажность	腐殖質 (%) гумус	pH 水浸液 водный	pH 鹽浸液 (kcl) солевой
1	2	3	4	5	6	7	8
烏-42 饒河 石涵	白漿土 "байцзянная"	A_1	2—9	4.93	17.49	6.14	5.04
		A_2g	9—17	2.56	2.69	6.24	4.64
		A_2g	20—30	2.14	0.85	6.59	4.39
		B_1	45—55	3.09	0.69	6.60	4.30
		B_2	80—90	4.27	—	6.64	4.44
		B_3	120—130	4.05	—	6.74	4.64
		C_1	150—160	7.18	—	6.70	5.50
		C_2	195—210	0.80	—	8.10	6.20
烏-5 (苏境) забайкальское	白漿土 "байцзянная"	A_1	0—5	5.59	14.49	5.82	4.86
		A_1A_2	5—11	2.56	4.39	5.35	4.18
		A_2g	15—25	2.77	0.61	5.88	3.83
		B_1	30—40	4.16	0.90	6.08	3.66
		B_2	45—55	5.37	0.72	6.02	3.61
		C_1	90—100	4.26	0.57	6.22	4.22
		C_2	180—190	5.15	0.37	6.56	4.58
烏-14 饒河	白漿土 "байцзянная"	A_1	1—9	7.87	23.94	5.90	4.96
		A_2g	9—19	2.98	2.40	6.21	4.36
		A_2g	20—30	2.30	0.77	6.21	4.01
		B_1	45—55	4.80	0.73	6.15	3.86
		B_2	90—100	7.87	0.60	6.56	3.93
		C_1	130—140	5.93	0.42	6.38	4.26
		C_2	200—210	4.82	0.35	6.31	4.96

浆土化学分析結果

“байцзяных” почв бассейна Амура)

水解酸 гидролитическая кислотность	代换性陽离子（每百克土中的毫克当量） обменные катионы в м-экв на 100г. почвы								盐基饱和度 степень насыщенности почвы основаниями
	Ca++	Mg++	Na+	K+	H+	Al+++	盐基总量 сумма оснований	总量中Na+ % Na+ в % от суммы	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10.45	24.11	5.39	—	—	0.12	0.07	29.50	—	73.84
4.28	6.06	2.18	—	—	0.10	0.92	8.24	—	65.81
2.29	4.84	2.74	—	—	0.02	1.02	7.58	—	76.80
3.47	9.44	5.91	—	—	0.15	1.60	15.35	—	81.56
3.29	13.16	8.10	—	—	0.10	0.99	21.26	—	77.53
2.69	13.14	4.18	—	—	0.12	0.29	17.32	—	86.56
0.72	6.41	3.17	—	—	0.07	0.10	9.58	—	93.01
0.30	2.57	1.00	—	—	0.07	—	3.57	—	92.25
8.84	20.58	4.62	0.16	0.21	0.10	0.20	25.57	0.63	74.31
12.02	3.47	1.82	0.16	—	0.16	4.09	5.45	2.93	31.20
9.54	2.42	0.44	0.16	—	0.29	5.01	3.02	5.30	24.04
17.35	7.81	6.97	0.96	0.10	0.37	10.56	15.84	6.10	47.73
15.19	9.68	8.63	1.12	0.10	0.29	8.29	19.53	5.73	56.25
3.56	11.77	10.22	0.96	0.05	0.19	3.27	23.00	4.17	86.60
2.88	16.42	12.78	1.92	0.21	0.09	0.35	31.33	6.13	91.58
12.98	36.93	7.58	0.16	0.46	0.17	0.24	45.13	0.36	77.66
8.40	5.93	1.81	0.16	0.11	0.11	1.85	8.01	2.00	48.81
8.69	3.40	0.68	0.32	0.11	0.14	4.30	4.51	7.10	34.17
14.35	8.75	4.44	0.32	—	0.27	5.63	13.51	2.37	48.49
7.48	12.60	6.86	0.64	0.05	0.22	4.74	20.15	3.18	72.93
4.30	17.39	9.67	0.96	0.11	0.10	1.00	28.13	3.41	86.74
2.60	16.24	7.76	7.96	0.11	0.09	0.20	25.07	3.83	90.60

parviflora）及沼金星蕨（*Therypteris palustris*）等。

据化学分析結果（見表5），知白漿土表層腐植質含量很高，可达14—24%，pH值在5.8—6.3之間，此層水解性酸較高，在10毫克当量左右，表層鹽基代換量高，达26—45毫克当量，鹽基飽和度在75%左右，表土下即为灰白色的A_2g層，此層腐植質显著降低至3%左右，pH值与上層相似，但鹽液測定的pH值比上層低，水解性酸或高或低，代換鹽基总量則明显的降低至5—10毫克当量，鹽基飽和度也明显的降低，其下B，C層的pH值仍与上層相似，並仍有少量腐植質的存在，水解性酸含量減少；代換性鹽基的含量比灰白層增加，鹽基飽和度由B向C層逐漸增加，C層可达90%左右，从机械分析結果（見表8），知灰白層的膠粒成分或物理性粘粒的含量較低，而B，C層都显著增高，代換性鈉的含量各層都很低，都在0.1—2毫克当量之間，B，C層含量較高，代換性鎂的含量亦以B，C層較高，代換性H的含量各層都很低，代換性鋁的含量以灰白層及B層較高，达5—10毫克当量。

从上述的土壤性質，可知白漿土与生草灰化土的性質不同，但灰白層代換鹽基含量显著降低又似受潛育灰化的影响，与正常脫碱土的性質亦不同，所以对白漿土的基本特性及其生成發育过程，尙待进一步研究，才能明了。

白漿土在农業上的利用，具有重要的意义，开垦后栽培大豆、玉米、小麦都很适宜，灌溉后宜于栽培水稻，局部生長濶叶林，多不能形成鬱閉的森林，所以利用作农墾，較为适宜，並可应用耕作施肥方法，改进土壤的理化及生物学性質。

（五）沼澤土及鹽漬化土壤

本区沼澤化土壤多分佈于河谷阶地，在沿江的泛濫地分佈最广，目前除局部沼澤地可供放牧及打草之用外，均須进行水利土壤改良，才能利用。

鹽漬化土壤主要分佈于东北大平原的中西部及內蒙呼倫貝尔高原区，並以草甸重碳酸鹽鹽土为主，有小部份为硫酸鹽及氯化物鹽土，並有部份为草甸重碳酸鹽碱土，草甸鹽土及碱土目前多用以放牧及打草，含鹽分較低的經灌溉后，栽培水稻可获得丰产，如吉林郭前旗灌区等地。

（六）黑鈣土及栗鈣土

黑鈣土分佈东北平原西部，及大兴安嶺西麓，以典型黑土，薄層黑土及碳酸鹽黑土为主，已部份开垦为佳良的农地。栗鈣土分佈于額尔古納河上游地区，以暗栗鈣土为主，目前均为畜牧用地。

四．土壤农業化学特性及施肥問題

黑龙江流域的农業土壤主要是草甸土和白漿土，將来亦可能利用一部分草甸棕色森林土，据化学分析結果（見表7），本区草甸土全氮含量为0.14—0.32%，全磷含量在0.14—0.22%，可知含量尙高；速效性氮的含量表層为5—7毫克当量（百克土

表 8 黑龙江流域白漿土机械分析結果

剖面号	采样深度 (厘米)	鹽酸洗失量 %	1.00—0.25 (毫米) %	0.25—0.05 (毫米) %	0.05—0.01 (毫米) %	>0.01 % (毫米) (物理沙粒)	0.01—0.005 (毫米) %	0.005—0.001 (毫米) %	<0.001 (毫米) %	<0.01 % (毫米) (物理粘粒)
烏-42 饒河石涵	2—9	2.1	—	55.51	14.52	70.03	10.22	6.73	13.02	29.97
	9—17	1.97	—	73.31	3.51	76.82	10.49	2.89	9.80	23.18
	20—30	0.99	—	71.84	2.50	79.34	2.54	0.90	17.22	20.66
	45—55	1.12	14.8	62.78	7.15	71.41	3.63	7.47	17.49	28.58
	80—90	1.19	—	36.58	17.07	53.65	7.79	23.35	15.21	46.35
	120—130	1.47	2.48	52.75	16.88	72.11	5.69	10.96	11.51	27.89
	150—160	1.22	74.62	6.10	5.19	85.91	8.57	9.61	5.91	14.09
烏-5 Забайкальское	5—11	1.40	1.20	3.32	45.48	50.00	10.06	13.47	26.47	50.00
	15—25	3.2	12.69	54.94	2.53	70.16	2.70	12.61	14.53	29.84
	30—40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	45—55	2.64	0.43	10.68	5.27	16.38	15.60	48.07	19.95	83.62
	90—100	1.01	1.39	2.72	26.10	30.21	9.60	40.22	19.97	69.79
	180—190	1.21	25.90	1.38	2.48	29.26	4.12	44.86	21.24	70.24
烏-6 Забайкальское	5—15	3.16	4.67	34.70	9.91	49.28	9.91	18.45	22.36	50.72
	20—30	2.21	2.69	29.41	2.52	34.62	4.58	15.12	45.68	65.38
	40—50	3.00	0.97	6.79	3.21	10.91	26.69	12.41	49.93	89.03
	70—80	2.95	0.76	4.57	27.72	33.03	18.95	32.76	16.75	66.97
	140—150	2.60	0.63	16.76	11.60	28.99	21.50	3.83	45.68	71.01
烏-14 饒河	9—19	—	15.61	10.88	28.83	55.32	18.12	21.21	5.35	44.68
	20—30	—	11.04	7.42	26.05	44.51	21.44	19.83	14.22	55.49
	45—55	—	7.66	6.29	21.98	35.93	14.45	19.68	29.94	64.07
	90—100	—	8.61	4.59	24.89	38.09	16.73	22.17	23.01	61.91
	130—140	—	6.83	3.99	18.43	29.25	9.74	14.83	46.18	70.75
	200—210	—	5.74	3.08	31.02	39.84	11.74	19.28	29.14	60.16

表 9 黑龙江流域土壤养分分析結果

土类	剖面号及地点	深度（厘米）	腐殖質（%）	速效性养分			全量 %	
				N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5
砂粘壤質輕度潛育灰化土	黑-28 (240) 齐尔溫沃	0—7	29.44	7.46	6.07	25.00	0.59	0.23
		10—19	1.02	0.92	0.25	12.20	0.05	0.04
		22—32	0.92	2.17		10.20	0.06	0.07
粘壤質的棕色灰化土	黑-35 (247) 加林达	0—5	7.33	—	4.00	—	0.23	0.21
		5—14	3.03	—	1.10	—	0.08	0.13
		14—27	0.97	—	0.20	—	0.06	0.09
粘壤質的潛育灰化土	黑-39 (241) 鷗浦	0—4	19.62	9.66	5.26	39.10	0.63	0.23
		4—8	6.19	2.34	3.27	19.10	0.14	0.14
		12—22	0.85	0.93	0.05	12.70	0.05	0.06
砂壤質的棕色灰化土	黑-27 (239) 齐尔溫沃	0—10	3.91	3.33	5.79	26.10	0.11	—
		15—25	0.42	2.27	0.15	10.10	0.02	—
		40—50	0.38	1.70	0.05	7.70	0.02	—
泰加森林土	黑-39 漠河	3—15	7.04	1.96	14.65	12.60	0.19	—
		30—40	0.78	1.06	3.03	12.60	0.04	—
棕色森林土	赤-4 赤塔	0—9	2.81	4.76	1.82	21.90	0.16	—
		12—22	0.37	4.41	0.51	19.90	0.04	—
草甸棕色森林土	黑-46 (259) 嫩江 九三农場	0—6	6.42	5.01	4.12	37.10	0.30	0.19
		7—17	1.58	4.01	0.13	15.40	0.08	0.07
		20—30	1.03	3.94	0.02	13.00	0.06	0.06
		40—50	0.74	1.53	0.16	19.30	0.05	0.03
		80—90	2.39	2.44	1.24	19.20	0.10	0.11
		125—135	—	4.16		11.70	0.05	0.05
棕色森林土	黑-23 (235) 呼瑪	0—6	6.01	5.79	13.50	37.20	0.21	0.19
		6—18	1.74	6.46	5.79	15.30	0.13	0.10
		22—32	1.26	5.79	6.88	15.40	0.08	0.12
		50—60	0.45	1.45	11.34	6.00	0.05	—
暗色草甸土	黑-6 黑河	0—16	2.82	5.23	0.03	—	0.19	0.14
		18—28	1.07	3.41	0.08	—	0.09	0.08
白漿土	烏-5	0—5	14.94	10.45	1.16	—	—	—
		5—11	4.39	6.34	0.10	—	—	—
		15—25	0.61	4.53	0.05	—	—	—
		30—40	0.90	5.50	0.10	—	—	—
		45—55	0.72	4.45	—	—	—	—

中），速效性磷的含量为 0.4—6 毫克当量，差異較大，速效性鉀的含量都較高。

白漿土的全氮和速效氮的含量較高，而速效性磷較低（約 0.1 毫克当量），鉀的含量仍丰富。

草甸棕色森林土的速效性氮含量中等（5毫克当量），速效性磷在高阶地的含量中等（4毫克当量），在低阶地的含量高（13.5毫克当量），全磷和全氮的含量都在中等以上（2—3%）。

根据倰可罗夫教授在沿海州及阿穆尔州考察結果，認为白漿土（草甸灰化脫碱土）的磷肥最重要，N 肥亦須配合施用，因这种土壤含 Fe、Al、Mn 等次生矿物較多，易于將磷固定成不溶性，並称澤雅及布列亚平原的草甸土氮磷肥料都很重要，並建議对小麦施肥每公頃可用硫銨 100 公斤或硝酸銨60公斤，同时須施过磷酸鈣每公頃50公斤，对小麦可不施鉀肥，对馬鈴薯須施用鉀肥。

又根据阿穆尔州試驗結果，知每公頃施用硝酸銨和过磷酸鈣各 50 公斤，可增产小麦 4.9 公担；每公頃各施用 100 公斤，可增产小麦 9.7 公担，大豆施用無机氮肥后，可增产25%，在牧草地上每公頃施硝酸銨及过磷酸鈣各 300 公斤，可使青草产量提高二倍，同时使維生素提高2—3倍，蛋白質含量提高40—50%，实驗又証明施用氮肥后，土壤中微生物数量增加一倍半。

在黑龙江右岸中国境內的草甸土，进行了肥料試驗（国营九三农場），知道每公頃施用硫酸銨及过磷酸鈣各 120 公斤，使小麦增产57.2%，小米增产25.3%，並使小麦成熟期提前2—6天，鉀肥施用的效果不显。

根据以上实驗結果，知黑龙江流域的草甸土和白漿土，对氮磷肥料的施用，都很重要，如中苏黑龙江流域有半数农地施用氮磷肥料，估計每年需氮肥50万吨，磷肥25万吨（以每公頃施氮肥 100 公斤，及磷肥50公斤，及面积为 500 万公頃計算），如以每公頃增产谷物 1 吨，則每年共能增产谷物 500 万吨。

在內蒙呼倫貝尔盟的栗鈣土草原地，如用飞机施用氮肥后，將使牧草产量提高 1—2 倍，对畜牧業的發展也很有利。

今后对各土类各作物的施肥量及施肥方法等，尙須进一步进行試驗，才能确定。希望今后在該地区选擇重点，組織农化試驗網，推进各項試驗工作。

黑龙江流域的草甸土与白漿土的微量元素，曾用光譜分析法，做了初步研究，其主要結果如下：

草甸土錳（Mn）的含量表層較底層高，表層平均0.16%，底層平均0.09%，草甸棕色森林土亦相似，白漿土表層 Mn 的含量很高，达0.36—0.41%，比一般土壤的平均含量为高。

鋅（Zn）的含量，草甸土，白漿土与草甸棕色森林土大致相似，均在 0.004—0.009%之間，表層的含量稍高。

鉻（Cr）和釩（V）的含量都在0.01—0.027之間，各土类差異不大。

鎳(Ni)的含量以草甸土和草甸棕色森林土較高(0.004—0.008%)，白漿土稍低。

鈷（Co）的含量在0.0007—0.0022%之間，个别白漿土含量較低。

鋇（Ba）的含量在0.03—0.09%之間，各土类差異不大。

鍶（Sr）的含量在0.013—0.057%之間，个别的草甸棕色森林土含量較低。

銅（Cu）的含量在0.0023—0.01%之間，質地輕松的草甸棕色森林土含量較低。

鉬（Mo）的含量在0.0003—0.001%之間，各土类間的差異不大。

以上微量元素分析結果，尙待进行田間試驗，才能确定栽培作物需要补給的微量元素，据初步試驗知鉬的施用，可使大豆增产。

五. 农業利用与土壤改良

根据过去研究及去年考察結果，知黑龙江流域农業利用的潛在力很大，本区的主要土壤如草甸土、白漿土、草甸棕色森林土，及草甸潛育土約尙有半数面积为荒地；而沼澤土和鹽碱土的絕大部份都未利用，估計以上各种土壤在中国黑龙江、烏苏里江及松花江流域的共約800万公頃，在苏联境內的亦有同样面积都系荒地，中国境內的此种荒地，在北緯50°以南地区，如能利用灌溉，約可發展稻田三百万公頃；在苏联境內，亦有很大面积可栽水稻，所以將来水庫的修建，須注意引水灌溉与电力灌溉問題。其他不能灌溉的荒地，可供栽种麦类、大豆、玉米、小米、馬鈴薯等作物，一部份潛育草甸土及鹽漬化土壤，可供發展畜牧業之用。

目前在草甸土及白漿土区的作物产量都低，平均每公頃为1—1.5吨，但在进行土壤改良，施肥及改进农業技术后，产量尙可提高1.5—2倍，此外在內蒙呼倫貝尔盟西部的栗鈣土，在改良草原，改进家畜放牧方法及解决冬牧地的水源問題后，牲畜头数可較目前增加数倍，如能發展灌溉，尙可發展农業，在苏联境內澤雅河与黑龙江間的高原，亦可發展农牧業。

黑龙江流域亦为中苏兩国主要的木材产区，在中国境內尙有很大面积的采伐跡地和幼林須进行撫育更新，今后在設計修建水庫时，亦須同时注意森林的采运設計及林产的加工利用。

黑龙江流域的主要土壤，大部份心土及底土粘紧，排水緩慢，雨季水分过多，不利于机耕及收获；苏联新創制的心土犂，对改进物理及生物性質，效果很大。在阿穆尔州試驗結果，草甸土每隔3—5年深耕一次，即可使作物增产30%。此項深耕方法对改进中国境內的粘重草甸土及白漿土，亦必有效。

对沼澤化土壤的改良，其一为在各河流上游修建蓄水庫，減少洪水泛濫；其二在沼澤地开掘排水溝，約每隔400米，开掘深75厘米，寬1.5米的小溝；並按需要另建較深較寬的排水溝，經过3—4年后，沼澤土变干，即可耕翻碎土，栽培作物，在三江

平原的沼澤土，可修建灌溉及排水渠網，利用电力灌溉，發展水稻，对农業增产效果很大，大面积鹽漬化土壤改良后，亦可利用种水稻及其他作物。

六．結論和建議

据以上論述，可知黑龙江流域的气候，屬大陆性季風区，夏季温暖多雨，特别适宜于作物的生長，主要作物如小麦、大豆、玉米等都能栽培，水稻的栽培，在澤雅平原以南的地区，都能适应。

土壤的形成，也直接受气候、地貌、植物被复的影响，而季节性冻層的存在，与粘重的成土母質，使草甸化与白漿化作用易于进行，而有大面积草甸土与白漿土的分佈，森林地的土壤因森林的演变与局部受古土壤的影响，多發育为棕色灰化土，潛育灰化土，棕色森林土与草甸棕色森林土。

黑龙江流域的农業資源很丰富，將来發展的潛力也很大，結合水庫的修建，將使河谷的泛濫地与低阶地遭受淹沒，为了保留主要的农業地区，与結合黑龙江河谷地貌，建議在水庫設計时，应保留澤雅-布列亞-黑河平原，三江平原（包括比罗比疆平原）及兴凱平原（包括穆稜河流域），在黑河以上的河谷地区，現有农地及适宜發展农地的面积較小，初步認为适宜于修建梯級水庫，將来可在高阶地發展一部份农地面积，以配合工業区附近的需要。从本区丰富的农林畜牧業資源来看，在黑龙江流域修建水电站与發展工業是有有利条件的。为了提高本区的农業生产，將来需大量的生产氮肥和磷肥，以供需要。

为了进一步利用自然資源，以發展本区的农業，应繼續研究下列問題：

1．对本区主要土类如草甸土、白漿土、灰化土、棕色森林土、沼澤土、鹽碱土、栗鈣土和黑鈣土的基本性質及生成發展規律須进行研究，並选擇重点，进行定位研究。

2．本区尙未充分开發的农業区，須进行調查，編制中比例尺的土壤圖、植被圖、及土壤改良圖。

3．在現有耕地区，及將来拟發展的新农業区，进行农業化学特性的測定，並进行肥料的試驗。

4．对主要林区进行森林植物、林型、森林更新的研究。

5．对呼倫貝尔、松辽平原、黑龙江河谷、三江平原、黑龙江与嫩江分水嶺地区，黑龙江与澤雅河分水嶺地区的草地資源进行研究，以为發展該地畜牧業的基础。

6．对沼澤土和鹽碱土的改良方法进行研究。

7．对本区农業机械化、耕作技术方法进行研究。

阿穆尔州的森林土及其發生和开垦的前途

Ю. А. 李維羅夫斯基 А. П. 魯布卓娃 А. Н. 菲爾索夫

（苏联科学院土壤研究所）

在远东农業的面前，提出了扩大农产品生产的任务。

这个任务可以同时通过提高各种农作物收获量和开垦荒地，以扩大播种面积这兩个相互关联的途徑来完成。

計划草案規定，1957—1960年要在阿穆尔州、伯力边区、沿海边区开垦荒地90万公頃。

远东南半部农業区的总面积，共約80万平方公里或8,000万公頃。所以計划开垦的土地只相当于这一巨大面积的1%稍多。即使把計划开垦的土地与現有耕地面积（仅佔总面积的百分之几）加在一起，也还有很大部分的土地沒有开垦。于是产生了这样二个問題：即这一广大而尚未开垦的土地的特性和农業評价是怎样的呢？

由于在远东南半部的大部分地区还缺少土地資源在質量計算方面的全面資料，所以目前还不可能用可靠的数字来回答所提出的問題。

編制阿穆尔州、伯力边区、沿海边区的1/500,000土壤圖，也無疑地是一个極为重要的任务。

根据現代方法所編制的这种土壤圖，使有可能在州和边区的范圍內拟定农業技术措施，規划土壤改良和荒地的开垦。

但是根据以前研究的結果以及黑龙江中苏考察队所获得的資料，仍有可能作出某些說明土地資源的結論来。

这些資料表明，远东南半部的土地資源俘管面积巨大，但由于下述原因而通常很少有利于开垦：

1．存在有广濶的山地森林区，在其土質組成中常以薄層土壤（即包加特烈夫所謂的"碎屑狀"土壤）和礫石質土壤佔优势；

2．存在有沼澤化土壤、草甸沼澤土和沼澤土，这类土壤需要复杂的、以排水为目的的土壤改良工作；

3．在河流泛濫地和部分超泛濫地阶地上存在有泛濫地草甸土（заливные луговые почвы），这种土壤極为肥沃。但夏季处在河水泛濫的条件之下，在远东这种夏汛与季風雨有关，因而为使农業生产稳定，必須調节河水逕流；

4. 冲积平原上的草甸土均系宜耕地，具有很高的潛在肥力，但在目前差不多業已全部开垦；

5. 宜于耕作的森林土壤發育在各种不同的地形部位上。

正是这种森林土壤構成为未来耕地的潛在資源，它們的面积相当巨大，但目前尙未进行精确的計算。

侭管这些宜于耕作的森林土壤对开垦具有很大的适宜性，但是这一地区的农業墾殖从古以来就侭可能地避开森林土壤。

冲积平原和超泛濫地河成阶地上的草甸土，从来就是农業墾殖的主要对象（澤雅-布列亞平原，兴凱-綏芬平原等）。

森林土的墾殖要較草甸土为困难，其原因不仅在于挖掘树根的必要性，而且也在于这种土壤具有某些不利的特性。同时，由于对森林土缺少深入的研究，也妨碍了那些有助于克服上述困难的、有科学論据的农業技术措施的拟定。过去主要是根据形态特征和極不完全的一些化学分析結果，把远东的森林土列入灰化土类和生草灰化土类。格林卡早在 1912 年即曾提出过这样的見解（“远东土壤概要”），这个見解很久以来一直为大家所公認。

1936年 Ю.А. 李維罗夫斯基曾發表过关于阿穆尔州北部土被的研究結果，这項結果証明，在該区發育有一种特殊的土壤，这种土壤按其性質而言最为接近灰化棕色森林土。我同时还推测，在沿海边区的南部很可能形成有極为典型的棕色森林土，这一看法也为其后的工作所証实（茹科夫、李維罗夫斯基、包加特列夫、伊瓦薩夫等）。在目前土壤概圖和教学用土壤圖（Н.Н. 罗佐夫）也开始在錫霍特嶺地区內标示出棕色森林土。

但是关于棕色森林土在远东南半部的其他地区內有否存在的問題則尙未得到闡明。在关于苏联黑龙江地区和与之相鄰的中国东北地区的記載和土壤圖上，过去也同样只是在森林土壤組合中划分出各种不同的生草灰化土，而沒有划分出棕色森林土。在黑龙江中苏考察队所进行的調查过程中，在闡明黑龙江地区森林土的發生、特性、分类和农業生产指标方面获得了許多新的資料。这些資料証明，在这一广大地区的土被組成中，由于自然条件的不同而形成有各种不同的土壤。我們当前的任务就是进一步詳細地研究它們。在这之中，我們發現，在这一广大地区內所發育的不是生草灰化土，而是屬于棕色森林土类型的土壤。但是不同于其他地区的棕色森林土，这种土壤具有特殊的地方性特征（провинциальные признаки）。在一系列地区內，这种土壤構成为适于农業墾殖的广濶地面，因此具有更大的实踐意义，應該加以深入的研究。

这篇报导的目的在于說明棕色森林土的某些特性，这些特性無論从闡明土壤的發生学屬性或从其实际意义来看都是非常重要的。

同时應該指出，我們所利用的資料仅限于黑龙江地区的一部分；即澤雅-布列亞河間地地区的超泛濫地阶地和第三紀平原，謝列姆达河平原和謝列姆达山脉的北部及

澤雅河上游平原。

我們在澤雅-布列亞平原內所研究的各种棕色森林土，是在由蒙古櫟、榛树和棘皮樺或黑樺所組成的乔灌木叢林下發育的。在澤雅河及其支流的砂質阶地上，棕色森林土也可以在多草松林下形成。

在澤雅-布列亞平原的北部通过南方明亮針叶林亞帶的分界綫。在这里棕色森林土是在杂生有樺树和蒙古櫟的落叶松林下發育的。

在澤雅河上游地区以明亮落叶松林、松林和松树-落叶松林为主，土壤則以泰加林內所特有的未灰化或輕度灰化的酸性土佔优势，这种土壤还保存有棕色森林土的某些性狀。

發育在如此广濶地区上的森林土自然要在其特性上有所不同，但也保留有某些共同的特点。

在形态方面，这些森林土具有如下特点：在薄枯枝落叶層（3—4厘米）下为腐殖質層（A_1），呈暗棕色，細粒狀結構，厚达10—12厘米。由此向北，逐漸变成粗腐殖質層。这种腐殖質層在土壤發育中在局部湿潤程度較大的条件下，也获有同样的性狀，甚而获有某些泥炭化的特征。在該区的南部，由于厚草本層的發育，在棕壤形成作用的基础上进行生草过程，在这种条件下腐殖質層的厚度可增至20—25厘米。腐殖質層以下为过渡層（A_1B）所代替，該層呈灰棕色，黃棕色或褐棕色，厚度常有不同。在該区的南部其厚度平均为15—17厘米，在北部約为10厘米。过渡層以下为最大粘化層（B），該層依母岩的特性而呈棕色、紅棕色或淡黃棕色，厚达30—40厘米。該層随顏色的变淺而逐漸过渡为成土母質，成土母質約在80—100厘米的深处。

棕色森林土常常具有灰化的特征。在这种情况下腐殖質層的厚度明显降低（5—10厘米），在其下見有淡棕色灰化層。但是灰化層的厚度不大（5—6厘米）。

应該强調指出，按形态特征来看，灰化强度並不向北方增大，甚而有某些降低。以澤雅-布列亞平原的灰化森林土而言，其灰化層厚度常不超过5—7厘米。同时，灰化特征常随土壤湿潤程度的增大而出現和增强，並常伴随有潛育的特征。

阿穆尔州棕色森林土呈微酸性反应，或接近中性反应，腐殖質的含量很高，腐殖質層的鹽基飽和度很大。但是这些資料还不足以确定所研究的土壤在發生学上屬于何种土类。

正如大家所熟知的，棕色森林土具有如下一些特征：在土壤風化过程中次生粘土矿物有显著的累积，並相应地进行土体的"粘化作用"。

棕色森林土的第二个重要特征为鉄化合物具有一定的稳定性，这种化合物与有机物質形成为复杂的复合体，並累积在土壤剖面的上部。

因此，应該进一步地研究阿穆尔州棕色森林土剖面中粘粒以及鉄化合物的分佈。

棕色森林土無論是發育在基岩殘积層上或者是發育在新殘积層上（第三紀砂層），

而其研究結果則均可有明显地显示出由于土壤風化而进行的粘化过程。

甚至在平地条件下發育在第三紀砂層的土壤，也具有粘壤質的机械組成。以棕色森林土而言，粘化作用常在土壤剖面的中部，在土壤的上層只是由于輕度的灰化才产生粘粒的某种貧化（表1）。

表 1　澤雅-布列亞平原棕色森林土的机械分析結果（%）

剖面号数	采样地点 植被 作者	層次	深度（厘米）	吸湿水	处理喪失（HCl）	粒徑大小（毫米）							<0.01 土粒总量
						>1.0	1.0—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	0.001	
2334	澤雅-布列亞平	AД	0—6	6.7	4.7	—	10.5	15.8	25.8	7.6	13.3	22.3	43.2
	原东北部	AB	10—17	3.7	2.8	—	10.5	23.8	21.7	8.0	10.4	23.3	41.7
	櫟樹黑樺林	B_1	30—40	4.1	1.9	—	6.5	23.5	19.2	6.2	10.5	28.2	44.9
	Л. П. 魯布卓娃	B_2	50—60	5.1	1.3	—	8.0	29.5	13.8	5.9	10.0	33.2	49.1
	1955年	BC	80—90	1.8	0.4	—	44.2	66.7	8.5	1.2	2.8	12.4	16.4
		C	120—130	0.7	0.1	—	46.5	51.0	0.6	0.4	3.7	—	4.1
888	澤雅-布列亞平	A	0—5	3.9	1.6	—	15.6	17.5	24.3	10.1	12.3	18.6	41.0
	原东部	AB	14—19	2.2	0.8	1.1	27.2	14.3	24.1	13.7	5.5	14.5	34.6
	櫟樹黑樺林	B_1	30—35	3.5	1.6	0.9	19.0	15.3	17.1	11.8	9.4	25.5	46.7
	A. H. 菲尔索夫	B_2	50—55	4.2	1.2	3.3	31.7	9.2	12.0	11.7	7.5	26.8	45.9
	1954年	C	115—120	2.5	0.8	4.1	31.5	22.3	13.1	7.6	9.0	15.6	32.2
606	澤雅-布列亞平	AД	0—5	3.4	2.0		7.5	15.0	26.7	8.5	19.3	21.0	48.8
	原东南部	AB	7—12	2.2	1.4		9.9	19.0	26.3	7.6	17.2	18.5	43.3
	櫟樹黑樺林	B_1	20—25	2.8	1.8		7.6	14.5	24.9	7.9	17.2	26.0	51.2
	A. H. 菲尔索夫	B_2	37—42	3.6	нет		5.0	10.0	25.1	7.9	17.9	34.1	50.0
	1954年	BC	58—63	2.8	1.2		14.9	23.4	15.6	6.1	13.5	25.3	45.0
		C	140—150	1.0	1.1		29.0	46.6	5.6	1.0	7.9	8.7	17.6

在表2內列举出全量化学分析結果。这項分析結果証明，棕色森林土、灰化棕色森林土以及泰加林下所特有的淡棕色森林土均不呈灰壤形成作用的特征，或表現得極为微弱（表層中矽酸沒有明显的积聚，三价氧化物沒有發生淋失）。

关于这些可用表3中所列举的各个土層的分子率 SiO_2/R_2O_3 来証实。

在表3內列举出各种不同土壤粘粒部分（<0.001）的全量化学分析結果。这項分析結果証明，鉄在棕色森林土粘粒部分內的含量很高，而且在剖面中呈相当均匀的分佈。

在上層的粘粒部分內，鉄仅呈不明显的貧化。

灰化土中的鉄則呈完全不同的分佈。

从表中可以看出，在灰化土中，上層粘粒部分的含鉄量有显著的降低。与此同时，鉄則在淀积層的粘粒部分中积聚。

为了研究不同形态鉄的分佈，我們按唐莫法（метод Тамма）进行了鉄凝膠的測定，並按吉尔山諾夫法进行了活性鉄的測定。所得結果显示出鉄凝膠在棕色森林土中

表 2 土壤全量化学組成（佔烘干土重的%）

剖面号数	土壤分佈区 採被作者	層次	深度（厘米）	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	TiO_2	MnO	P_2O_5	SiO_3	总量	撓失量
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
124	澤雅河上游平原在		5—10	63.19	6.83	17.90	2.62	2.77	2.93	4.80	未测定	0.15	0.67	0.044	101.9	8.05
	基岩殘积層上和潤		10—20	62.53	6.54	17.14	3.19	3.23	2.76	4.55	—	0.16	0.56	0.036	100.7	3.37
	叶林下發育的灰化		40—50	62.20	8.36	17.10	2.87	2.88	2.79	4.81	—	0.16	0.51	0.054	101.7	4.18
	棕色森林土		90—100	59.96	9.95	16.99	3.20	2.99	2.87	4.98	—	0.19	0.65	0.032	101.8	3.14
	IO.A. 李維罗夫斯基		250	60.65	6.49	16.79	3.06	4.64	2.95	5.97	—	0.16	0.50	0.067	101.2	0.65
888	澤雅-布列亞平原	A	0—5	74.55	3.76	13.10	1.13	1.21	3.07	2.06	0.91	0.17	0.15	0.08	100.2	9.33
	在櫟树-黑樺林下	AB	14—19	78.84	3.38	11.62	0.68	0.70	2.38	1.56	0.81	0.07	0.04	0.02	100.4	2.67
	發育的輕度灰化棕	B_1	30—35	74.83	3.81	15.15	0.62	0.64	2.80	1.52	0.80	0.05	0.03	0.05	100.3	3.34
	色森林土	B_2	50—55	74.46	3.85	15.44	0.50	0.56	2.77	1.57	0.83	0.03	0.03	0.03	100.0	3.16
	A.H. 菲尔索夫	C	115—120	79.10	2.81	13.06	0.47	0.62	2.15	1.20	0.83	0.03	0.05	0.03	100.3	2.32
	美国 云杉林下灰化土	A_1	0—2	78.76	3.38	10.73	0.86	1.71	1.19	1.35	1.03	0.27	0.29	0.39	99.9	27.18
	"Corben" Byers	A_2	2—5	83.68	2.19	8.78	0.47	0.40	1.12	1.39	1.12	0.08	0.10	0.21	99.5	6.25
	H.G., Alexander	B_1	5—10	75.45	5.75	12.63	0.17	0.54	1.32	1.48	1.00	1.00	0.25	0.14	100.7	8.54
	L. T. 和 Hones	B_2	10—15	70.44	7.27	15.60	1.81	0.44	1.41	1.48	1.06	0.06	0.17	0.17	99.9	8.40
	R.C.1935 年	C	20—61	73.01	5.43	13.79	1.85	0.49	1.52	1.84	0.87	0.05	0.11	0.17	99.1	3.42
6A	西部高加索的北坡		0—6	70.87	7.93	15.86	0.29	1.71		未测定		0.02	0.08	0.69	97.44	9.04
	A. H. 罗馬斯克維		7—14	71.27	9.24	11.53	0.67	1.22		〃		0.07	0.28	0.45	95.17	7.01
	奇		26—36	71.56	9.09	13.47	1.23	1.32		〃		0.03	0.08	0.58	97.38	3.51
			43—58	70.19	8.58	14.64	0.75	2.05		〃		0.15	0.10	0.65	97.10	3.74
			100—105	65.43	12.47	13.68	1.69	1.20		〃		0.07	0.14	0.44	95.11	4.21

表 3 土壤粘粒部分的全量化学組成（佔烘干土重的%）

剖面号数	分佈地区植被、作者	層次	采样深度	Si_2O	Fe_2O_3	Al_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	TiO	MnO	P_2O_5	SiO_3	总量	燒失量
606	澤雅-布列亞平原	A_1	0—5	53.42	11.89	26.40	1.56	0.72	2.93	1.07	0.67	0.16	0.80	0.53	100.09	22.56
	黑樺林下棕色森林	AB	7—12	53.53	13.58	26.27	1.53	0.26	2.08	1.50	0.93	0.11	0.40	0.18	100.37	14.14
	土	B_1	20—25	54.13	13.41	26.23	1.35	0.32	2.13	1.50	0.85	0.06	0.25	0.17	100.4	11.30
	A.H. 菲尔索夫	B_2	32—37	53.05	13.15	27.23	1.45	0.23	2.46	1.07	0.85	0.07	0.20	0.13	100.0	11.29
	1954 年	BC	58—63	53.00	13.85	27.26	1.36	0.23	1.96	1.12	0.85	0.07	0.20	0.13	100.0	11.29
		C	145—150	54.78	12.53	27.04	1.38	0.29	1.43	0.54	0.73	0.04	0.38	0.82	99.9	11.05
902	澤雅-布列亞平原	AC	0—3	56.69	10.73	25.47	1.64	0.28	2.60	1.38	0.78	0·11	0.69	0.14	100.4	29.13
	黑樺林下棕色森林土	A_1	5—10	53.13	11.65	28.20	1.45	0.21	1.89	1.46	0.85	0.07	0.27	0.95	100.0	19.16
	A.H.菲尔索夫	B	30—35	52.72	12.04	29.42	1.39	0.09	1.61	1.27	0.86	0.05	0.11	0.65	100.2	12.81
	1954 年	BД	40—45	52.15	12.41	31.09	1.36	0.10	1.52	1.03	0.58	0.05	0.03	0.16	100.5	11.60
	美国		0—2	54.62	8.31	26.70	1.86	2.06	4.06	0.32	1.82	0.28	0.60	0.79	101.4	36.67
	云杉林下灰化土		2—5	56.30	6.26	28.39	1.73	0.93	3.40	0.21	1.62	0.15	0.74	0.33	100.0	23.18
	"Carben" Byers		5—10	43.92	21.48	26.95	2.01	0.92	2.83	0.08	1.11	0.11	0.89	0.37	100.6	27.43
	H.G., Alexander		10—15	38.48	24.14	30.35	2.42	0.36	1.41	0.45	0.94	0.07	0.57	0.46	99.7	27.44
	L. T. 和 Hones R.C.1935 年		20—61	44.80	15.30	29.72	3.27	0.30	4.40	0.10	1.13	0.21	0.37	0.13	99.7	14.61
6 A	西部高加索的北坡		0—6	47.82	12.49	24.90	3.73	2.75	未测定			—	1.05	0.54	93.30	22.44
	A.H. 罗馬斯科維奇		100—105	51.71	16.16	29.80	4.22	1.46				—	0.62	0.52	97.66	9.83

所特有的分佈。其特征为鉄凝膠的含量以在土壤剖面的上部为最大。在灰化土中鉄的分佈曲綫則有所不同。由这一分佈曲綫可見，鉄在灰化層內最少，在淀积層內則最多。

活性鉄的含量曲綫沒有显示出像灰化土所特有的那样鉄在土（如瑞典南部的鉄質灰壤）壤剖面上部的貧化 值得指出的是，在澤雅河上游地区泰加林下的灰化淡棕色土中，活性鉄在表層內甚而进行一定程度的积聚。这个事实使我們有根据推测，該种土壤已經具有鉄質化灰化土所特有的特征，对后一种土壤，諾吉娜曾在外貝加尔湖加以闡述过。

下面我們再来談談有关各种棕色森林土的开垦問題。

应該指出，我們直到现在还沒能很好地研究开垦这种土壤的經驗，也还沒能拟定有科学根据的农業技术。

在三十年代，曾在澤雅河上游奥高龙斯克气象站附設的試驗場进行过开垦泰加林下淡棕色土和泥炭潛育土的有趣試驗。Ю.А. 李維罗夫斯基在过去曾經研究过这些試驗，兹將試驗結果列入。經过 2—3 年后在新开垦的泰加林下淡棕色土上，收获量显著下降，只是在施大量肥料（每公頃施 60 吨廐肥）后收获量才重新上升。

收获量猛烈下降的原因何在呢？显然，这与有效性植物营养元素、首先是氮磷的含量不高有关，这些营养元素在开垦后迅速为植物利用。

表 4　在輕度灰化棕色森林土和泥炭潛育土上农作物产量的变动（公担/公頃）

作物名称	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933
春小麦	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.40	—
春黑麦	0.0	0.0	2.5	0.5	1.50	1.85	—
燕麦	0.0	1.0	2.0	0.4	1.00	2.75	2.40
春小麦	—	1.5	1.4	0.5	0.38	1.44	1.20
春黑麦	—	1.7	1.5	0.9	0.64	1.66	1.40
燕麦	—	1.2	1.0	0.8	0.50	1.40	2.50
大麦	—	2.0	1.8	1.5	0.00	0.90	0.50

植物营养元素迅速耗尽的原因，一方面是由于枯枝落叶層中有机質和腐殖質的儲量不大和在开垦过程中迅速减少，另一方面則是由于营养元素可能以固定狀态存在，或轉化为固定狀态，因而不再为植物所能利用。

在这方面磷应該給以特殊的重視。

正如大家所熟知的，远东草甸土在施肥的順序和对肥料的要求方面不同于生草灰化土。在各种不同的粘壤質生草灰化土中施肥的順序通常为：氮—磷—鉀，而在草甸土中則为：磷—氮—鉀。

在远东草甸土中如果缺磷，則氮的肥效不显，或其增产量很低。

很可惜，关于阿穆尔州森林土对肥料的需要問題完全沒有进行过研究，但是某些資料証明，森林土最感缺乏的不是氮，而是磷。

例如，根据阿列克薩新在畢肯試驗站（位于土克林格尔山脉以南）和阿布拉莫夫在博姆納克試驗站所获得的旧資料，在森林土上以磷鉀肥的效果最为显著；氮肥的效果則完全沒有表現出来。

根据吉尔山諾夫法在澤雅-布列亞平原棕色森林土样品中对活性磷化物所进行的測定証明，尽管磷在土壤中的含量很高，但活性磷的含量則極低：在每百克土壤中通常含有微量以至1.5—2.5毫克，在很少的情况下达5—7毫克。在澤雅-布列亞草甸土中磷的含量也同样很高，而其活性磷的含量則很低。过去有人推测，吉尔山諾夫法对澤雅-布列亞低地高量腐殖質草甸土是不适宜的，因为其中的磷存在于稳固的有机物質中，因而沒有进入吉尔山諾夫提取液。但是我們所进行的进一步研究証明，只有一小部分的磷是与有机物質結合。

为了研究沿海区草甸土內磷酸鹽活性低的原因，苏联科学院远东分院研究員罗斯里科娃在我們指导下在高尔布諾夫教授的研究室內进行了專門的試驗，玆將試驗的某些結果列入表5。

表5 沿海区草甸土吸磷試驗結果（根据罗斯里科娃的資料）

剖面号和剖面所在地	深度（厘米）	每克土壤的施 P_2O_5 量（毫克）	吸收后所剩余的 P_2O_5 量（毫克）	按同一深度每公頃土壤的施 P_2O_5 量（公斤）	每克土壤的吸 P_2O_5 量（毫克）	每公頃土壤的吸 P_2O_5 量（公斤）
草甸土，剖面 208	0—7	1.4	0.60	840	0.8	480
河谷，剖面	16—28	1.4	0.24	840	1.16	695
草甸土	0—10	1.4	0.25	840	1.15	690
沿海地区試驗站	23—32	1.4	0.067	840	1.34	804
鉄盤	5	1.4	無	840	1.4	—
	5	2.5	無	840	2.5	—
	5	5.0	0.1	840	4.9	2940

这些試驗結果証明，草甸土吸磷量很大，相当于每公頃耕作層（20厘米）吸收达400—800公斤的磷。

吸磷量与土壤中鉄，特別是离子态鉄的含量成正比。在同一条件下，从土壤中分离出的鉄子吸磷达2,100公斤。檸檬酸及其他弱酸提取液的測定結果証明，吸附态磷实际上不能提取。这决定于提取液中存在有过量的鉄。

因此，在草甸土中磷主要是与鉄化物結合，而不是与有机物質結合。有机态磷酸鹽仅有少量存在于土壤表層中。

草甸土的实驗結果，無疑地也可推广到阿穆尔州的森林土上去。

棕色森林土和灰化棕色森林土中不同形态鉄的大量存在，也同样决定着磷在其中的固定。

在确定阿穆尔州棕色森林土的發生学类型和特性方面所获得的这些資料，不仅具

有理論意义，而且也具有实践意义。

这些資料为研究开垦阿穆尔州森林土时的施肥問題，提供了科学的論据。

討　論

（由Ю.А. 李維罗夫斯基回答）

問：在远东南部进行土壤風化的条件下，粘化作用的原因何在？这种現象是否与气候或基岩的特性（如含大量長石）有关？

答：無疑地，这种現象与生物气候条件有关。在砂層上殘积物的厚度是不大的。这种粘化作用明显地表現在土壤体內。

風化过程乃是一种与有机物質的影响有关的过程，因而也是一种生物化学过程。

至于長石，其中有許多种还是相当稳定的。如以北卡列里的灰壤为例，即使在最惡性的灰壤內，在 A_2 層仍然可以發現長石特别是微斜長石与石英同时存在。但是当然，某些岩石越富含長石，則其粘化作用也进行得越强。

問：你对远东地帶內棕色森林土的农業意义的評价如何？大多数都可能用于农業目的么？在澤雅和黑龙江的分水界是否有这种土壤的分佈？在澤雅-布列亞河河間地是否也有其存在？

答：这种土壤在苏联远东的南部由南到北到处都有分佈。但是分佈的面积有多少我不知道。为了进行計算，必須要有一分土壤圖。现在我們这里有澤雅-布列亞平原土壤圖，我們可以計算一下在那里这种土壤分布的面积有多少。在森林土中間有不少石質土和一些按其地形条件不应开垦的土壤。我們应該編出黑龙江地区的土壤圖，即使1/50万比例尺的也好，以便掌握拟定开垦措施的資料。

問：为了証明这是棕色森林土，你主要的根据有兩点：一为磷酸的吸收和固定，另一为細粒部分沒有淋失。但是我們注意到，在平原的南部也与較北方的土壤一样，同样具有明显的导致粘化和固定活性磷的潛育过程。在冻層的影响下在草甸土中也沒有淋溶作用。这些草甸土是否也可称为棕色森林土或者这是一个特殊的土类。

答：我确定棕壤形成作用所根据的二个因素如下。第一，是在土壤風化过程中存在有粘化作用。我不能說，澤雅-布列亞平原的草甸土是否进行粘化作用，这种土壤是質地很重的河相和湖相沉积物上生成的。应該研究基岩的風化。第二，是鉄的表現，鉄在森林土沒有淋溶，而积聚在粘粒部分中。

問：我願意听到对下述問題的回答：即如果我們把生草輕度灰化土称为森林土，那在生产上会有什么差異么？

答：在生产上的差異是非常大的，关于这个我已談过。所有生草灰化土都对氮最感缺乏，而富含鉄的棕色森林土則对磷最感缺乏。因此，氮要在磷的基础上才能起作用。此外，其他性質也有某些不同。無論根据那一方面，所提出的农業技术措施都应

該不同于灰化土。如果就一系列特性而言，这兩种土壤虽是接近的，但是仍存在有重大的差異。

問：請你回答这样一个問題：即草甸土这个名称是否就算够了呢？这个名称在地帶方面沒有說明任何問題。草甸在西部西伯利亞和其他地区也都有，所以是否应該对这个名称再加以說明呢？

答：这个問題屬于純粹的分类問題。

波雷諾夫院士說过，土壤甚至可以按号数称呼，只要你能正确地了解它的特性。

我們在阿尔泰等地区也有許多典型黑鈣土，这种典型黑鈣土有別于欧洲和西部西伯利亞黑鈣土，但是我們把这些土壤都称作典型的，你所提出的問題是極为复杂的，同时与我的报告沒有直接关系。

（楊景輝譯）

黑龙江–澤雅河間地区的地植物区劃

B.Б. 索恰瓦

(苏联科学院科馬罗夫植物研究所)

在B.A. 柯夫达和 Ю.A. 李維罗夫斯基的报告中都指出了研究黑龙江流域的自然資源对今后这一地区农業發展的意义。但如果不注意自然植被，那末，对实际的結論来說，这种自然資源的研究总是不够的。特别是，这种自然植被的研究也涉及到綜合的自然区划問題，按植被性狀的区划或地植物区划则为这个綜合自然区划的一个組成部分。

黑龙江流域的地植物区划目前是一个很迫切的問題。因为农業与林業的配置問題应根据地植物区划的資料来决定。

在黑龙江流域的苏联部分，我們有区分到地植物县（округ）的完整的地植物区划。这个区划是苏联科学院植物研究所与苏联科学院生产力研究委員会已在1947年所公佈，早在第二次世界大战前根据 1940 年及在这以前几年的制圖資料完成。

学者們不得不經常反回来再研究自然区划，包括地植物区划的問題，因为新的实际的材料不斷地在累积，理論的概念（在这些概念的基础上才能实現区划）不斷地在發展和丰富着。因此，現在当提出利用黑龙江流域自然資源的新的、很大的任务时，我們不仅应該使地植物小区圖更精确，而且要重新审查过去在这方面所完成的东西。

为了順利地完成詳細的区划工作，必須解决地理环境較大区域划分的界限問題，因为地植物小区（район）、县、省（провинция）等的划分要考虑到較大的区划分类單位，它們是这个較大的区划分类單位的組成部分。

这个問題，特别是地植物区（область）的界限問題，需要我們双方考察队人員根据对苏联黑龙江流域及中国領土的考察来解决。

現在我想就这个問題談一談一般的看法，这些看法可能在今后双方解决这个問題时有一些意义。

我这个簡短报告的主要部分包括叙述 1956 年一些考察的結果，这些結果涉及到黑龙江–澤雅河間地区的区划問題。

現在我們从一般的看法談起。根据 1947 年的“苏联地植物区划”及在 Ю.A. 李維罗夫斯基和 Б.П. 柯列斯尼科夫（1949）所写的一書中提到与該区划相近的远东南部的植物地理区与亚区的划分，在黑龙江流域可分成三区：泰加林区、針濶叶林区和达烏尔–东北森林草原区。

有了新的实际的材料及理論的概念， 我們同意統一的草甸-針濶叶林远东地植物区的划分，这地植物区帶有对地植物区有典型的植物群系緯度显域系列（ряд широтной зональности） 在本区北部，有發育在棕色森林土上，並帶有柯馬罗夫認为是东北植物区系成分（主要是草类）的独特的南部泰加群系。在本区的南部發育着草甸-草原群系——湿森林草原或“冷北美高草原”的成分。濶叶林和針濶叶林佔着这一地区的中部，一方面，它們与泰加林有机地联系着；另一方面，与草甸-草原群系相联系。

現在我不談这个区正确界綫的确定問題，因为这是最近未来的任务。从以上所述来看，从一般特征来看，区的范圍是很清楚的。地植物省是区的組成部分，在平原或台地，对省来說，最主要的植被規律是緯度显域性，在山地是垂直帶。至于省的第一組（在平原和台地中），在这一組中可分为互相有些不同的緯度显域系列：近海岸的东部系列及黑龙江流域中部地区的西部系列。

按照这个特征，远东草甸-針濶叶林区可分为二个亚区：东部亚区——黑龙江-烏苏里江区及西部亚区——黑龙江中游亚区。它們以布列雅山脉、小兴安嶺和張广才嶺为界。

具有垂直帶特性的山地省也从屬于这些亚区。

我們 1956 年的观察是在黑龙江中游亚区北部，在該区，我們与 B.B.李帕托娃共同考察了从黑龙江（按海蘭泡-契尔湼耶沃路綫）到圖庫林格拉及扎格达山脉的地区，也就是黑龙江-澤雅河間地区。本区由于拟建立扎林达和澤雅堤壩，因此具有特殊的意义。

有关区划的这些观察的最主要結果是：

在地植物方面，圖庫林格拉及扎格达山脉是远东区的省分——黑龙江中游亚区中最北的省分。按一般植被的外貌，与布列雅和巴托山脉甚至是錫霍特阿林山脉北部是很相近，与外貝加尔区山地更相近。

在这一山脉山地冻原有一些远东禿山地植物，例如 *Jilingia ajanensis* 及其他植物。在禿山地的下面，广泛地發育着偃松叢林，在这些叢林中又發育着岳樺小林。陰性針叶魚鱗松林以閉环狀繞着禿山地。 低帶的植被極其特殊， 在低帶中佔优势的是落叶松林，但伴有魚鱗云杉和岳樺。看来，在这些林子下面，有些地方發育的是棕色森林土。圖庫林格拉-扎格达山脉的森林是屬于保土林和水源涵养林的范疇， 但是它們对狩獵区及狩獵業具有很大价值，这种狩獵区和狩獵業在这里应得到巩固与發展。

在黑龙江-澤雅河間地区，由圖庫林格拉山脉以南，可以見到植物群叢組的显域性演替。在表面上，由于派生森林群叢的广泛分佈，这种演替模糊了。但是，假如我們以原生的植物（коренная растительность）研究作为根据，那么，这种显域性的变化的表現是很明显的，而且可以作为地区地植物区划的基础。在黑龙江-澤雅河間地区，从圖庫林格拉山脉以南，共有四个植物群叢显域帶。向南，这种显域系列还延續到中国

境内（湿森林草原、中等干草原）。

狹帶的中泰加林显域群叢复合体直接延伸至圖庫林格拉山脉以南。这里佔优势的是長于弱灰化潛育土型土壤上的磯躑躅落叶松林。除平坦的地境以外，分佈有水蘚落叶松瑪莉（Марь）。这个复合体發育在澤雅-布列雅台地最高的部分（海拔400—520米）。很明显，在某种程度上，可以看成是垂直帶的表現。在本区可以經营生产率不很高的落叶松林（Ⅳ地位級，一部分是Ⅴ地位級）；这个区还可利用作为狩獵業的地区，对建立畜牧業飼料基地也很有前途。

南泰加林显域复合体佔有很大的面积。在台地排水地区及棕色森林土的南泰加林，最主要的原生的森林群叢是：草类-越橘落叶松林、草类松林、杜鵑落叶松林及杜鵑松林——它們一般都是Ⅲ地位級，很少是Ⅱ地位級。

柞树与黑樺在南泰加林中分佈得不多，但对針濶林帶具有典型的草类，在南泰加草类落叶松及松林中常能見到。沿澤雅和烏尔康河植物区系的濶叶林成分最多。在低地發育着沼澤化的草类-灌木落叶松林和草类叢樺林（*Betula fruticosa*）。南泰加林具有自养沼澤化的現象。

根据經营利用潛在的可能性，南泰加林地可分为三类：

（1）絕对森林地，在林地中，在森林利用区目前森林被破坏的地方，可营造落叶松和松林經营区；

（2）直接宜林地或經过不很复杂土壤改良措施——开墾后的林地；

（3）在沼澤林、叢樺林和低位沼澤地区的潛在飼料地。

与河谷地相比，河間地区的农業开墾將要遇到意外的困难。但是，这些困难必須要克服，因为，黑龙江流域工業化和工業建設的远景不可避免地会提出發展农業的問題，从农業發展的規模来看，就会感到河谷地土地資源的不够。由这一观点来看，黑龙江-澤雅河間地区的南泰加林具有一定的意义。

在南泰加林和濶叶林帶中可以分出一个特殊的針濶叶泰加林显域复合体。这里森林植物的原生类型是陽性針濶叶林的群系，目前这种群系是各种派生的群叢。这一原生群系的成分是柞树-松树林和柞树落叶松林。在台地的这一地区分佈着草类胡枝子（*Lespedeza bicolor*）柞树林。在很大程度上这些柞树林是派生的群叢，但一部分很可能是原生的群叢。如沿海地区針濶叶林（紅松濶叶林和冷杉-濶叶林，被称之为东北的）是在远东南部条件下的特殊类型的群落和垂直平地的产物，那末，黑龙江-澤雅台地的陽性針濶林群叢的显域复合体可看作与俄罗斯平原的針濶林相类似。在欧亞大陆西部，它們的同类是高加索和一部分喀尔巴阡的森林。这种林子的結構迄今在文献中还沒有被叙述过，也是1956年我們專門研究的对象。今天，我不能詳細地来談这个問題。

关于这一帶的經营和利用，我在下面談到。这里的气候完全适合于农業。經驗

表明，在一定的台地条件下，特别在伐除森林的最初几年內，小麦的产量往往是很高的。但是，沿黑龙江和澤雅台地的边緣部分（濶約20—25公里）以一般易受冲刷的砂質土壤、極严重的侵蝕切割及松树比落叶松佔优势为特征。这一地帶应屬于森林經营的范圍，这种森林經营在本帶有很大的前途。

目前，針濶叶林的松树是Ⅲ地位級的，很少是Ⅱ地位級的。但是，假如能消除林火对树木的許多影响，那末林木的生产量將会提高，火災也無疑地促进了土壤的冲刷。在針濶叶林帶的內部（离黑龙江和澤雅河的谷地），在台地的平地，完全可以扩大耕地的面积。

濶叶林帶主要位于黑龙江-澤雅河間地区內。这是澤雅-布列雅低地，从K.И.馬克西莫維奇在上世紀中業已进行的某些考察起，我們祖国的植物学家都不止一次地对上述低地的植被进行了考察。

在苏联地植物圖上我們把澤雅-布列雅平原目前几乎無林的地区列入濶叶林帶，在本帶个别地区，在过去还具有特殊的天然界綫“潮溼的森林草原”，关于这个問題Ю.А.李維罗夫斯基曾写过。在1956年，我們在本区沒有进行过任何的观察。有关开發黑龙江的总任务的經营远景，在Л.А.柯列茨卡婭及其他黑龙江綜合考察队人員的工作結果中說明。

在报告剛开始，我就引証了現在应当有黑龙江流域詳細的地植物区划的意义。这一区划的基础是地植物圖。因此，也就提出了制地植物圖的任务，制圖工作在1957年进行，适宜于制比例尺为1：300,000的黑龙江-澤雅河間地区（圖庫林格拉山脉以南）及沿澤雅河左岸地区离河谷地濶为20—25公里的地帶的地植物圖。同时，如果再研究大兴安嶺与黑龙江之間从阿尔巴齐諾-海蘭泡在中国境內的地帶，这也是很有意义的。根据上述区域（这种区域在其自然边界中选出）的研究結果，应制得很完全的黑龙江流域很重要地区的植被圖。

根据上述的地圖，可以制定詳細的区划，並且可以作出需要的、实际的結論。

与制圖工作进行的同时，应作植物分类工作，由于在黑龙江-澤雅河間地区广泛分佈着派生的植物群叢，这些工作具有許多困难。

我們不能把植被与地理环境分开而来研究植被。許多植被与其他景观成分的相互关系，地植物学家可以自己来确定。但是，在有些情况下，必須要与其他專業的科学家配合起来工作。黑龙江考察队地植物学家与土壤学家的合作，已由考察队的机構規定。我們与动物学家合作工作也具有很大意义。由于合作的工作，可以对区域进行較广义的普遍生物学評价。这对区划、植物分类和土壤分类是很重要的。在黑龙江流域植物学家、土壤学家与动物学家的綜合工作也有可能，因为苏联科学院动物研究所已考虑在1957年参加这一工作。

按事物的邏輯，地植物区划与制圖工作的进行，应在其他許多自然資源綜合研究

部分之前。因此，当該工作所需的幹部和物資准备好以后，应在考察队工作的最初几年內，爭取完成地植物区划与制圖的工作。

（庄志祥譯，南寅鎬校）

黑龙江流域的森林資源及其利用的远景（概論）

П.В.華西里耶夫　В.Я.柯爾達諾夫

（苏联科学院林業研究所）

一

在黑龙江流域有着丰富的森林資源，面积有七千余万公頃，蓄积有六十五亿立方米。其中在苏联境內約有五千七百万公頃，蓄积約为五十亿立方米，其分布如下：赤塔州內木材蓄积有十亿余立方米，阿穆尔州內——約十五亿立方米，伯力边区和沿海边区——达二十五亿立方米。

在中国境內，森林分布在兩大山区：大兴安嶺和小兴安嶺，总面积为一千四百万公頃，蓄积十七亿立方米。

越往东和东南，树种組成越复杂。在黑龙江上游，几乎有60—90%为落叶松（这是很珍貴的建筑用材，但目前用来加工还不多），而在黑龙江中游，特别在远东地区的东南部，树种就多了，有：紅松、櫟树、水曲柳、色木、樺木、椴木等等。

按森林植物条件和树种組成，中国和苏联远东境內的森林可說是相同的，屬于同一大林区的，这給选擇同样的科学研究方法及采伐方法創造了良好的条件。

在苏联，黑龙江沿岸及沿海的森林具有很大的經济意义：各方面对木材的需要量与年俱增，如：工業建設、运輸業、造紙工業、膠合板工業、林产化学工業以及制材工業。今后在远东和西伯利亞东部將要开發較大面积的荒地来發展农業，这可能更增大对木材的需要量。

战后，苏联远东的木材生产量仅佔全苏木材生产总量的6%。到1975年，計划采伐量將要达到二千二百万立方米（还仅是滿足国內的需要），而在1956年，采伐量只有一千一百万立方米。

苏联远东地区，应該看作是向太平洋沿岸各国出口木材最大的基地。在这种有利的刺激因素下，当地的森林工業將大量地生产半加工和加工的木材，推銷到国外市場去。

远东經济的發展，必須尽可能地包括森林資源的大量利用，为了解决这問題，应进行林業經济調查，为的是通过这調查，能制定出总的森林利用計划，在这利用計划里应确定：黑龙江中苏兩岸較大的需材地区对木材及其成品的計划远景需要量；应詳

細研究木材原料地区，並从其中划出供应国內及国外木材需要的木材原料基地；还应研究各自然区和各經济区內木材加工企業最适当的規模問題；木材加工企業接近原料基地及直接在林內进行木材初步加工的問題。

在黑龙江及其各支流建立起强大的木材供应基地，將大大地繁荣現在尙不發达的林区，也能踏实地提高木材加工業的水平。同时，中苏双方同时建立的木材加工企業，將具有双重有利的意义。

由于將在黑龙江及其支流上修建水电站和調节逕流，許多林地將被淹沒。在这种情况下，必須立即对統計和利用被淹沒地区的森林資源的工作量加以确定。

这兒所說的森林利用研究工作应由苏联森工部进行。在解决这一系列問題中起很大作用的，当然，应該是苏联远东林業科学研究所，因为从該所以前的工作中，能吸取不少有益的东西。

二

在利用黑龙江沿岸的生产力問題中，森林的重要性还不仅限于其采伐利用。無疑的，生产力利用問題的另一重要部分，乃是如何更有效地进行远东森林的再生产，以及制定进行森林經营的科学的制度。

研究黑龙江流域森林的主要任务，应該是旣詳細又全面地对一整套森林經营措施找出科学論据，为使森林經营强度逐步提高，以适应远东国民經济日益增長的需要。

总的說来，这方面的研究工作可依以下方式进行：

今后三四年中，在整理和分析了現有文献資料、並积累了考察队新考察材料的基础上，必須：

（1）提出森林植物情况概述，並附有森林植物区的划分；

（2）按不同森林植物区描述森林概况和林型概况；

（3）为划分地区建造不同用途的防护林帶（护田林帶、保土林帶、水源涵养林帶、水分調节林帶、漁業保护林帶以及綠化林帶）找出理論根据；

（4）提出关于森林再生产和提高森林生产率的建議；

（5）提出关于改善森林衛生狀况，护林防火及防止病虫害的建議；

（6）提出关于組織森林經营經济方面的計划。

虽然中苏兩国的科学家在研究远东森林的自然条件和經济条件方面已作了很大的努力，但仍不能說，目前远东林業已达到足够应有的水平，已能适应远东經济的飞速發展了。而还应該强調：黑龙江上游的森林研究得还非常不够。

由于整个黑龙江流域的自然条件沒有較明显的变化，因此，最好和中国科学家們采取一致的科学研究步驟。

这个想法的产生，不仅由于希望得可能更有效地發掘現有森林的潛力，同时也由

于这样作了，就能更好地保护森林，並改善森林經营的现状。应該記住，如果中苏任何一方采用了不同技术水平的經营措施，就可能使整个森林狀况恶化，因而，也破坏了黑龙江两岸森林的水源涵养——保土等作用。

可以举以下事实作例子（如果中国科学家，在与苏联科学家的合作下，对这事实作出正确的估計，那將找出解决問題的途徑）：在大小兴安嶺林区中，积累了蓄积达十亿余立方米过熟林和成熟林树林木材，佔該地区总蓄积量的70%。

在这种情况下，較适宜而較簡單的措施就是加强采伐，对这点恐怕不会产生什么怀疑。进行目前这种大規模的采伐，的确能挽救垂死的，但价值还不小的森林；能大大地增加木材的資源；並能創造促进天然更新的条件。所有这一切結果，除了符合目前的国民經济利益外，还符合于国家对森林未来命运的关怀。但是，这兒又产生了矛盾：一方面，根据上述，成过熟林应加紧采伐；另一方面，如在山区进行强度采伐，可能引起悲慘的后果：水災、土壤的冲刷和破坏、使森林的恢复和森林植物的生長受到威脅。要消除这个矛盾，只有找出科学的論据，才能解决問題。

现在，我們来研究一下黑龙江綜合考察队林業小队工作計划中的一些問題。

1．按林型的森林分类和森林恢复过程的規律性：

我們在黑龙江沿岸地区的寬濶叶和濶叶混交林中进行了較滿意的調查，但对黑龙江上游的濶叶林和黑龙江中下游的云杉-冷杉林則調查得很少。我們將綜合地研究林型，也將同时研究森林与土壤、气候和动物界的相互关系和相互作用，从而闡明树种演替的規律性。因此，我們將研究具体林区的生物地理群落。

2．造林問題

由于农業的發展，不能不进一步考虑护田林和保土林的重要意义。無疑地，采取这种措施（即造林），对澤雅-布列亚平原，綏芬-兴凱湖平原是适合的，同时，可能对中国黑龙江流域的某些地区也是适合的。我們認为营造下列作用的森林是非常重要的：护岸的、护水庫的、特别是保护有明显山地地形区域的森林。

在这方面的調查研究工作中，我們將努力作到以下几点：測出具有不同功用的森林的造林面积；确定各种乔灌木造林树种的組成（应特别重視速生树种）；提出組織森林更新及培育苗木的方案。

3．森林防火

有效的防火措施，在远东和西伯利亚东部，至今仍是森林經营中一个未解决的極重要問題。

远东林業科学研究所所进行的工作，使这种經常起威脅作用的危險性大大減弱了，不过作得还不够。如果將这一題目列入中苏科学家的計划中，並能根据不同的經济区和自然区，分别实施防火措施，最后再制定出黑龙江流域总的森林防火方案，如果能这样作，那是很有先見之明的。

4. 防止森林病虫害

对于这一問題，应該引起严重注意，特别是对于西伯利亚松毛虫的預报和防止問題。这种害虫給森林資源帶来了很大的損失。在紅松林和落叶松林中这种害虫繁殖得最多。

过去在不少地区进行过研究，这对害虫的習性方面提供了宝貴的材料，不过这些材料还远不能完全滿足需要。我們有关于黑龙江上游落叶松林出現西伯利亚松毛虫的报导。

5. 森林再生产問題

这問題的提出和解决，首先应該列入提高森林生产率的計划中。实質上，这問題是我們这份很不全面的研究計划的总結。

中苏科学家应共同努力解决以下問題：找出科学論据，以解决濶叶林（特别是樺木林和柞树林）的暫时林型和低生产率林型过渡到經营价值較高的林型；在有濶叶幼树的地方，实施森林恢复措施；确定森林面积与其它用地面积合理的比例。这里应該很好地注意林地面积适宜的比例，它既要完全足够，又要符合于国民經济各方面的利益。

关于森林的枯死，应列为一特殊問題。因为在黑龙江流域有極大面积的森林（主要是云杉林）在枯死着。关于这种惊人現象發生的原因有着各种不同的看法，不过其中还沒有一个原因是大家都認为滿意的。都多各依河流域的冷杉林可作为本問題的研究对象之一。

黑龙江右岸中国境內森林資源概况及目前森林研究工作中的主要問題

朱濟凡　馮宗煒　朱吟秋*

（中国科学院林業土壤研究所）

一．东北森林資源

根据中华人民共和国林業部1956年的統計，森林面积仅佔国土总面积的7.9%。这些有限的森林資源分佈極不均匀，多半集中在东北以及西南（云貴高原、横断山脈）和西北（天山、阿尔泰山）交通不便的边疆地区。

东北林区包括黑龙江、吉林、辽宁三省以及內蒙古自治区呼倫貝尔盟、哲里木盟等地。

东北森林由于清初統治阶級为保存其滿族發祥之地，划为四禁地区（禁伐森林、禁采矿、禁漁獵、禁农牧）封鎖数百年之久，因而保存森林面积較广。后經日伪掠夺开采以来，破坏严重，解放后，随着国民經济發展，采伐量也有增多，根据1956年林業部統計东北森林总面积为33,900,324公頃（佔全国森林总面积的44.2%，佔整个东北土地面积的22.2%，木材蓄积量1,854,101,176立方米（佔全国木材总蓄积37%）[1]。

表 1

省（区）	林区名称	森林面积（公頃）	蓄积（立方米）
內蒙	大兴安嶺南坡	16,200,000	880,000,000
黑龙江	大兴安嶺北坡	6,400,000	322,000,000
	小兴安嶺南坡	2,700,324	330,568,076
	小兴安嶺北坡	3,500,000	
	完达山	1,500,000	
吉林	長白山	2,264,769	220,010,000
	長白山东部	1,035,231	93,523,100
辽宁		300,000	8,000,000
总計		33,900,324	1,854,101,176

从上述数字来看，东北森林資源还是很丰富的，对国民經济建設中保証木材供应上，無疑地起着巨大作用。

---

* 朱济凡：中国科学院林業土壤研究所所長；馮宗煒、朱吟秋：研究实習員。

1）該数字由林業部調査設計局供給，系实际的調査数字。

东北森林中，根据中国科学院林業土壤研究所的初步統計，木本植物有56科，141屬，464种，178变种，其中除很多品質优良，工艺价値高的树种外，还包括極为珍貴的第三紀遺留种：黄檗（*Phellodendron amurense*）及胡桃楸（*Juglans manshurica*）。常見的針叶树种有紅松（*Pinus koraiensis*）、兴安落叶松（*Larix dahurica*）、黃花落叶松（*L. olgensis*）、樟子松（*Pinus sylvestris* var. *mongolica*）、魚鱗云杉（*Picea jezoensis*）、赤松（*Pinus densiflora*）、臭松（*Abies holophylla*）、杉松（*A. nephrolepis*）、紫杉（*Taxus cuspidata*）等。濶叶树种有水曲柳（*Fraxinus mandshurica*）、紫椴（*Tilia amurensis*）、糠椴（*Tilia manshurica*）、春楡（*Ulmus propinqua*）、家楡（*Ulmus pumula*）、蒙古櫟（*Quercus mongolica*）、楓樺（*Betula costata*）、白樺（*Betula platyphylla*）等。

二. 东北森林分佈

从最北的黑龙江到最南端的渤海灣，大致可以分成三个区：

（一）大兴安嶺区（亞寒帶陽性針叶树林帶）

本区包括黑龙江省的西北部及內蒙古自治区的东北部（呼倫貝尔盟），北部和西北部与苏联的貝加尔地区和达呼里地区的一部分相連，东部以伊勒呼里山的嫩江上游分水嶺为界。本区系山区惟多呈丘陵狀起伏，但起伏不大，最高峯为英吉里山，海拔1,400米，气候寒冷屬大陆性，年平均溫度在0°C以下，一月平均气溫恒低于－20°C，七月平均气溫恒在22°C以下，北部在16°C左右，生長季节很短約100—120天，雨量300—500毫米，土壤以棕色森林土为主，成土母質以火成岩（花崗岩）居多、酸性。在平坦低谷地也有沼澤土，其下一米左右具有永冻層，夏季仅融及表層。

本区森林树种組成簡單，以兴安落叶松为主，佔整个有林面积70%，暗針叶树种（云杉、冷杉）罕見，樟子松在山坡上或砂地上有成片生長，本区由西北往东南移动，則落叶松林逐漸被蒙古櫟、黑樺林所代替、蒙古櫟和黑樺在南向山坡和較干旱的地方，白樺佔据的面积很少，主要分佈在西南部和巴尔加高原相交地区，在森林采伐跡地和火燒跡地上，首先出现的是白樺、山楊或黑樺，本区沒有椴树（*Tilia*）和槭树（*Acer*）分佈，这与气候条件干旱的限制有关。

本区森林由西北往东南逐漸过渡到針濶混交林帶，往南部和西部逐漸經森林草原而被草原所代替。

本区森林垂直分佈界限較低，1400米起为高山草原帶；1200—1400米为高山灌叢帶、落叶松疏少、且呈亞乔木狀、此帶主要由偃松所構成；1200米以下为針叶林帶、主要为兴安落叶松和樟子松所構成，山中下部及陰坡以兴安落叶松为主，山下部及陽坡以樟子松为主；夏綠林帶（柞木林）仅在沿濱洲綫及大兴安嶺东部300—500米左右有局部分佈。

（二）長白山区（寒溫帶針濶混交林帶）

本区包括長白山亞区及小兴安嶺亞区，南以沈陽至安东沿綫为界，北达黑龙江，西与大兴安嶺区相接，东隔烏苏里江与苏联沿海边区相接，东南則与朝鮮相接壤，本区地形复杂，海拔多在500—1500米之間，最高峰長白山达2744米。年平均溫度在0°C以上，南部可达6°C，一月气溫在－14°至－24°C之間，絕对低溫可达－40°C以上，七月气溫至22°C以下，部分在22—24°C之間，平均最高溫度达23—29°C，生長季节150—180天，降水量一般为500—800毫米，鴨綠江上游可达1000毫米，但降雨量分佈不匀，多半集中在5—9月。土壤以棕色森林土和生草灰化土为主，山間低地亦有沼澤土分佈。

本区森林树种極为丰富，代表树种为紅松，此外尙有下列各种：

黄花落叶松（*Larix olgensis*）
魚鱗云杉（*Picea jezoensis*）
杉　松（*Abies holophylla*）
臭　松（*Abies nephrolepis*）
紫　杉（*Taxus cuspidata*）
水曲柳（*Fraxinus mandshuricum*）
白牛槭（*Acer mandshuricum*）
色　木（*Acer mono*）
紫　椴（*Tilia amurensis*）
糠　椴（*T. manshurica*）
鵝耳櫪（*Carpinus cordata*）
胡桃楸（*Juglans mandshurica*）
黄　檗（*Phellodendron amurense*）
岳　樺（*Betula Ermanii*）
楓　樺（*B. costata*）
春　榆（*Ulmus prohinqua*）
家　榆（*U. pumula*）

本区森林中除乔木以外，灌木也發达，主要的有胡枝子（*Lespedeza bicolor*）、山梅花（*Philadelphus tenuifolius*）、榛子（*Corylus heterophylla, C. manshurica*）、忍冬（*Lonicera chrysantha, L. praeflorens*）、溲疏（*Deutzia amurensis, D. parviflora*）、衛矛（*Euonymus pauciflora*）等，此外本区具有藤本植物山葡萄（*Vitis amurensis*）、狗棗子（*Actinidia kolomikta*）和五味子（*Schisandra chinensis*）为長白区森林之特点，草本植物中經济价值很重要的人參（*Panax schinseng*）是本区的特有种。

小兴安嶺亞区与長白山亞区，在植物区系上兩者相同，惟小兴安嶺亞区，不見杉松（*Abies holophylla*）、白牛槭（*Acer mandshuricum*）、擰筋槭（*A. triflorum*）等而在北部出現大兴安嶺区的代表树种兴安落叶松。因此愈往西北受大兴安嶺的影响愈重。

本区森林以紅松为主的針濶叶混交林佔优势，有片断的云冷杉林和落叶松林，森林輕度破坏后，北部为白樺山楊林所更替，在南部是由杂木林所更替；極度破坏后，則經由灌叢而到草原阶段。在冷湿的条件下，谷地落叶松破坏后，則經白樺林而到以莎草为主的沼澤草原（塔头甸子）。

本区地势起伏較大，森林垂直分佈明显，尤以長白山亞区为著，大致可分为五帶：

（1）高山草原帶：2100 米以上，無乔木，仅有一些匐匍狀灌木，如圓叶柳（*Salix rotundifolia*），牛皮杜鵑（*Rhododendron chrysanthum*）等。

（2）高山濶叶林帶：1800—2100米主要岳樺林，在背風处出現云杉、冷杉、落叶松等針叶树。

（3）針叶林帶：1,000—1,800 米，以紅松、紅皮臭（*Picea koraiensis*）臭松为主，夾有楓樺（*Betula costata*）的針叶林佔优势。

（4）針濶混交林帶：500—1,000 米以紅松为主，混有春榆（*Ulmus propinqua*）、蒙古櫟、黃檗（*Phellodendron amurense*）、水曲柳（*Fraxinus manshurica*）等所組成的針濶混交林。

（5）夏綠林帶：250—500 米以蒙古櫟、山楊（*Populus davidiana*）为主的次生濶叶混交林。

小兴安嶺亞区与此大致相仿，惟森林分佈界限稍有降低。

（三）华北区（溫帶夏綠林帶）

本区在东北森林分区中，已非中心区域，其范圍包括沈陽以南的千山山脈，医巫闾山和辽东半島。地形为丘陵狀起伏，一般均在1,000 米以內，气候較溫暖多雨、春季有風沙，年平均溫度 8—16°C，一月气溫至 0°C 以下，絕对最低溫度 −30° 至 −35°C，七月气溫 20—24°C，降水量 600—1,000 毫米，無霜期 150—180 天，土壤以棕色森林土为主。

本区主要为夏綠林，以落叶类的麻櫟（*Quercus acutissima*）、槲树（*Quercus dentata*）为主，針叶树中有山东赤松（*Pinus densiflora* var. *rubescens*）和沈陽油松（*Pinus tabulaeformis* var. *mukdensis*）。其它主要的濶叶树种有家榆（*Ulmus pumula*）、胡桃（*Juglans regia*）、板栗（*Castania mollissima*）、臭椿（*Ailanthus altissima*）、泡桐（*Paulownia tomentosa*）、棗树（*Zizyphus jujuba*）等。

本区森林以濶叶混交林为主，个别地区，如千山尚存有小面积的油松純林，唯本区

森林大部破坏殆尽，木材蓄积量很少，辽东半島以槲树矮林經營养蚕事業很發达，是目前中国柞蚕絲的主要产地之一。

三. 东北森林調查研究

最初的調查研究工作开始于本世紀初，其范圍仅限于中东路租借地区，1915年Б.А.Ивашкевич著的“滿洲的森林”一書，即是牡丹江、石头河子一帶林型研究及經理工作之总述。

伪滿时，曾进行过森林資源調查及木材纖維、木材力学性質及林产利用（單宁等）的研究，其結果均發表在伪大陆科学院彙报上。

解放后随着国家經济建設扩大，調查研究工作空前發展，中国林業部在苏联專家协助下曾先后进行如下的調查：

（1）自1951—1956年曾在長白山南部（北緯41°20′—42°37′东經126°11′—128°55′）、小兴安嶺南部（北緯46°29′—48°40′东經127°15′—130°04′）和大兴安嶺南部等地区进行了森林經理調查，編制了施業案。

（2）1954年—1956年在大兴安嶺，小兴安嶺北部和南部，長白山中部（完达山）牡丹江林区，長白山南部（敦化）等地区进行了航空測量，在大兴安嶺，長白山中部等地区还进行了航調工作。

（3）1954年林業部調查設計局綜合調查队和苏联农業部特种森林調查队合作在大兴安嶺进行綜合調查，1956年林業部調查設計局綜合調查队在小兴安嶺南部又进行了綜合調查，初步划分了林型，进行了森林病害虫、森林土壤的調查，並編制了各树种（主要树种）的“生長过程表”、“材种結構表”、“出材量表”和“材积表”。

在科学研究工作方面，結合生产实踐上急待解决的問題，进行了下列工作：

1. 前东北森工总局进行了紅松更新的研究（主要生态性質方面）。

2. 东北森工总局研究了在小兴安嶺原始林区作業，类型和林相变迁的問題。

3. 中国科学院林業土壤研究所自1953年起，进行下列各項研究：

（1）小兴安嶺南坡采伐跡地的天然更新，

（2）东北主要林木种籽結实的規律性，

（3）紅松、落叶松的人工更新，

（4）紅松直播防鼠害，

（5）东北林区森林防火調查，

（6）章古台固沙造林及針叶树的引种，

（7）东北的木本植物，

（8）楊树立枯病研究。

4. 林業部林業科学研究所在东北也作了有关長白山地区森林更新，小兴安嶺，

長白山地区的森林病虫害的研究。

此外，东北林学院和北京林学院結合教学实習也曾进行部分研究工作。

四. 东北森林經营和利用情况

解放前东北森林主要偏重木材采伐利用，而忽視森林更新、森林有利特性以及林产品和副产品的利用，尤其是荒山面积的增加，水土流失，而造成的水災，直接使国民經济受到巨大損失，森林火災也使森林資源遭受破坏，解放后經过森林經理調查編制施業案后，才逐漸建立正規的森林經营机構，根据1956年統計，長白山林区建立了195个經营所，小兴安嶺林区共建立了三个經营局，42个林管区，90个經营所，大兴安嶺林区共建立30个經营局，130个經营所，目前主要进行森林更新、撫育、护林防火等工作（註：大兴安嶺的經营局相当于小兴安嶺的林管区）。

森林利用方面，目前东北仍是全国木材来源的最大基地，部份地区都采用机械化采运，除大、小兴安嶺北坡尚未开發利用外，其它地区均建立了森工企業系統，据1957年統計三大林区森工企業的数字如表2。

表 2

森工企業 \ 林区	大兴安嶺林区	長白山林区	小兴安嶺林区	完达山及其它散生林
森工管理局	—	—	2	—
森工局	9	11	16	18
森工实驗学校	—	—	1	—

东北木材采伐量很大，根据1955年統計，佔全国国有林区年伐量的91%，各林区的采伐量如下：

	大兴安嶺	小兴安嶺	長白山	完达山及其它散生林区
采伐企業机構数量	6	13	4	11
年采伐量（万立方米）	155	279	131	257

从1958年（第二个五年計划）起，將开始对大、小兴安嶺北坡長白山地区进行开采，並对小兴安嶺南坡进行全面开發，在上述地区除建立新的森林工業采伐企業外，还計划建立綜合性的木材加工联合企業，进行森林資源的綜合利用。

五. 待解决的問題

1. 东北林区森林面积甚大，且多系过熟、成熟原始林，急待开發利用，由于有林

地多分佈在山区，地形差異很大，故这些森林除供給国家建設木材外，並在防止土壤冲蝕和涵养水源方面具有很重要的意义，中国是一个少林的国家，东北的森林是唯一的主要木材来源，因而全面地顧及到这些森林的国民經济意义及其自然特性，將其分类並在此基础上合理地确定森林的年伐量是林業上急待解决的根本問題之一。

2．正确地合理地森林主伐利用和保証其再生产，在中国迄今尙未得到解决，对于东北的森林，有些林業工作者主張采用伐区式帶狀皆伐，進行机械化作業和人工更新，另有些人認为，对这些異齡复層林应采用能保証天然更新的采伐方法——如在紅松林中采用二次或四次漸伐和擇伐等。

对于紅松更新問題也存在着不同的意見，紅松是东北的乡土树种，也是更新的树种，随着大規模的森林采伐，紅松更新問題显得格外重要，但对更新方式各家意見不一，根据观察和試驗大致有下列几种論据。

（1）采用天然更新，其理由为：

a）于閉度較大的紅松树蘚蕨类林和紅松灌木林下紅松有幼苗而少幼树，經过人工措施可以促进天然更新。

b）常常發現新采伐跡地由于环境条件改变、紅松幼苗大量死亡，亦常常看到白樺山楊林冠下紅松幼树生長良好，这說明小苗不能在林外或林冠外更新，要求前更作業。

（2）采用人工更新为主，其理由为：

a）辽宁省草河口紅松人工林，用5—6年生小苗移植，24年生胸高直徑平均达15厘米，高平均有12米，而达到同样高和直徑的天然林要60—70年之久，因而人工更新既能保証更新也能加速木材收益。

b）采用2年生的小苗上山造林成活率达92%，在及时撫育情况下，造林能得到成功。

上述各种意見到目前为止，都尙未能有足够令人信服的試驗研究結果的論証，而这一問題涉及东北林業發展的前途，並对目前生产实踐有極大意义，因此，需要研究紅松林动态演变，並結合生态生理研究影响紅松更新的各項因子，这是解决紅松更新問題的重要綫索。

3．林型研究

林型研究可以使我們認識和揭露森林形成和發育的自然規律，借助于林型的研究能合理地組織和实施森林經营措施，因而这是一个極为重要的問題。

中国林型的研究，目前在科学研究机構尙未正式开始有关东北森林的林型調查，在本世紀初期Б.А.Ивашкевич曾在东滿一帶作过調查，大規模的工作是起始于生产部門（主要为了編制生長过程表等）1954年苏联农業部森林調查設計总局特种綜合調查队和中华人民共和国林業部調查設計局航空測量队合作，根据苏卡切夫院士（В.Н.Сукачев）所制定的分类原則对大兴安嶺林区进行了林型划分，确定了18个林型，其中落叶

松为五个林型組、八个林型。

Ⅰ．草类林型組（落叶松草类林、落叶松柞木林）

Ⅱ．灌木林型組（落叶松杜鵑林，落叶松偃松林）

Ⅲ．磯躑躅林型組（落叶松磯躑躅林、落叶松磯躑躅水蘚林）

Ⅳ．溪旁林型組（落叶松溪旁林）

Ⅴ．綠苔-水蘚林型組（落叶松綠苔水蘚林）。

1955—1956年，林業部調查設計局綜合調查队在完达山及小兴安嶺南坡进行了林型調查，林型分类原則仍按苏卡切夫院士（Сукачев）的方法，並参考了Б.П. Колесников 的远东林型分类原則，結合生产实踐的要求，將紅松初步分了6个林型，与Б.П.Колесников 在相似的条件下的南部沿海州及Б.А. Ивашкевич 在东滿划分的林型列入表3：

表 3

№	調查設計局綜合队小兴安嶺南坡 1955—1956年	Б.П. Колесников 苏联远东 1956年	Б.А. Ивашкевич 东滿 1915年
林型名称	1. 杜鵑紅松林	1. 帶有柞树的杜鵑紅松林 2. 帶有柞树的胡枝子紅松树	1. 山地紅松濶寬叶林
	2. 榛子、胡枝子紅松林	3. 帶有柞树、杜鵑榛子紅松林 4. 胡枝子、榛子柞树林	
	3. 榛子紅松林	5. 榛子紅松林 6. 狗棗子、榛子紅松林	
	4. 灌木紅松林	7. 槭树榛子紅松林 8. 帶有楓樺椴树的灌木紅松林	2. 帶有云杉的山地紅松濶叶林
	5. 蕨类树蘚紅松林	9. 帶有水曲柳的珍珠梅紅松林 10. 榛子山梅花紅松林	
	6. 沿岸紅松林	11. 丁香忍冬紅松林 12. 珍珠梅綉綫菊紅松林	3. 沿谷地的紅松濶叶林

上述分类中所列举的小兴安嶺林型相当于Б.П.Колесников 分类中的“林型組”一級，这个尝試虽对生产实踐較結合（編制生長过程表，森林經理調查）但是缺乏分类的系統性，过份强調了經济条件，而中国的自然条件極为复杂，故須根据中国的条件制訂中国的分类方法，因此如何根据中国的自然条件，参照苏联林型分类原則来研究东北的林型，制定切合实际的林型分类原則是一項極为重要的研究。在研究东北森林的林型分类时必須注意到，地形条件的复杂情况和森林植物群落变化的多样性（如紅松随發育阶段的变化），並考虑經济条件相結合来研究。

此外，为掌握森林植物群落的动态变化，認識影响林型变化，影响某些森林学特性的自然历史过程，也必須建立若干定位林型研究。

黑龙江沿岸地区的天然飼料資源及其質量的改进

Л.А.柯列茨卡婭

（苏联科学院生产力研究委員会）

鑑于要綜合开發黑龙江流域的河流及發展該流域生产力，因而也必須研究和解决畜牧業的飼料問題。

現在向苏联黑龙江沿岸地区（阿穆尔州和伯力边区）輸入的畜产品，超过了該地区消費量的60%，集体农庄和国营农場的公有牲畜，甚至还不能保証該經济区居民消費者对全乳的需要，而該区却远距国家的主要生产中心約8000余公里。

1956年及以前数年所进行的黑龙江沿岸地区飼料資源研究指出，在畜牧業綜合机械化的条件下，該地区的天然飼料資源及發展飼料生产的可能性，可以在15—20年之內使牛的总头数，其中也包括乳牛，可增加不少于1—2倍。

在苏联黑龙江沿岸地区內，仅在阿穆尔州，不把森林飼料地計算在內，即約有2,000,000公頃草地。

位于該州行政区界之內的澤雅-布列亞平原，現在是黑龙江沿岸地区發展畜牧業的主要中心。其面积約3,000,000公頃，而飼料地面积約佔1,000,000公頃。平原的飼料地每年可生产2,000,000—5,000,000吨青草（产量随夏季降雨总量多少而異）。

由于草地沼澤化，所产草地的飼料質量不高及其它原因，仅有該区草地資源的⅓左右被用以制成飼料。在苏联远东地区南部的其它平原，以及在中国黑龙江沿岸地区，天然牧場的利用都是不充分的。

1950—1956年我們所編制的附有圖表的澤雅-布列亞平原的飼料地地圖，可以較詳細地了解草地的各种类型及其在广大面积上分布的規律性，这些草地类型及其分布規律也可用以表征黑龙江流域的其它平原。

澤雅-布列亞平原是远东地区最大的一个平原。

在苏联科学院植物研究所所編制的地植物圖上，把該平原划为"濶叶林林地上的农田"的范圍內，这种濶叶林在該地理区域成地帶性，索恰瓦教授把这种林子列入草甸針濶林。

在該“濶叶林林地上的农田”的范圍內，又分成了兩个巨大的飼料地植被复区：

（一）泛濫地复区——包括短期泛濫地，長期泛濫地，沼澤地或經常潮湿地，以及具有干燥灌叢的泛濫地；

（二）陆地复区——暂时性水分过多的干燥陆地及具有水湿或沼澤化的窪地的陆地复区。

在第一类大复区內，据面积減少的程度又可以分成：

1. 在腐殖質泥炭潛育冲积土上的潮湿和水湿草地，主要有杂草-苔草-拂子茅草地和拂子茅草地，草地上並混生着柳林灌叢（割草場和春季牧場的产草量为 2,000—2,500 公斤/公頃干草）。

2. 在泥炭質潛育冲积土上的沼澤苔草草地和苔草-拂子茅草地（局部可用作割草場，产草量 1,800—2,000 公斤/公頃干草）。

3. 在生草冲积土上的暂时性过湿的杂草-蒿子-禾本科草草地，混生着灌木，或不長灌木（牧場产草量为 500—700 公斤/公頃干草）。

4. 在發育不良冲积砂土上的干燥小草地和混生着小灌木的干燥杂草-禾本科草草地（牧場的产草量 100—200 公斤/公頃干草）。

在第二类大复区內則分成：

1. 間杂着主要是杂草-苔草-拂子茅草地和拂子茅潮湿和水湿草地的柳树-拂子茅矮林复区，發育在暗色潛育土与腐殖質-泥炭-潛育土上（一部分用作割草場，产草量 1,500—2,000 公斤/公頃，割草后的再生草可供放牧之用）。

2. 發育在泥炭潛育土上的沼澤化或水湿的苔草草地和苔草拂子茅草地，在复区內有草类沼澤（一部分用作割草場和春季牧場，产草量 2,000—3,000 公斤/公頃）。

3. 暂时性过湿干燥谷地复合草地。在这种草地中佔絕大面积的是：

（1）在生草灰化潛育土和暗色草甸潛育土上的蒿子-杂草-拂子茅草地，其中混生有殘林的萌發幼树和殘存植株（割草場的产草量 800—1,000 公斤/公頃，局部地也作放牧之用）。

（2）混有和不混有灌木的老撩荒地杂草-拂子茅和蒿子-禾本科草草地，多長在生草化草甸土上（割草場和牧場的产草量 1,000—1,200 公斤/公頃）。

（3）在腐殖質泥炭土上的沼澤化拂子茅草地（割草場的产草量2,000—2,500公斤/公頃）。

复合草地之形成是与这里起伏的地形和多数中等低窪地滯积雨水有关。

在吉姆-扎維塔雅河間地区（Дим-Завитая）所作的№ 202 典型地段圖，可作为說明对平原有特征的草地复区的例子（比例尺 1：35,000）。由圖上看出，較大的窪地，在河谷間沿着古老的支流或干了的河床明显地分佈着，这証明該平原是在古老的冲积物上形成的，这种情況，同样在№ 220 典型地段圖上（比例尺同前）也可看到。

由圖上看出，各大窪地間的距离只有100—200米，有时还要小些。在比例尺較大的圖上，标出了各草地类型范圍內的复合群落，可以用暫时性水分过多的干燥谷地复合草地群落的№6典型地段作为范例。由圖上（1：500）看出，其水湿部分有5个群落，干燥部分有25个群落。

№7典型地段圖指出，在地形微有起伏的干燥谷地草地上，也有16个草类群落。作为該平原特点的草类沼澤，显示在下一幅圖上（三角洲（Лиман）№1），該沼澤直接与干燥谷地草地相毗連，对于該平原及其草地复区来說，是很典型的。

在第六幀圖上表現的是該平原典型的，湖沼（№2），它已生滿木薯並恢复为草类沼澤，这也是該平原湖泊的特点。

該平原的草地是在季風气候、季节性火燒、表面沼澤化或暫时性过湿的条件下形成。其余未被利用的草地逐漸被萌芽更新的濶叶林被复起来（大部分地区被萌芽更新的山楊樺木林复盖；排水良好的干燥地，被以榛子为下木的柞树林所复盖）。

反映出阿穆尔試驗站农用地同一地区另一相鄰地段的№3照片，証明了此地森林更新的可能性（叢林）。

根据改变該平原飼料地現狀的需要以及改善这些飼料地頗大的潛在可能性，阿穆尔州的农学家、土地測量人員、林学家和畜牧学家們，在我們的参与下，曾拟制了該平原西南部無林地区的經营草案。

根据該設計草案，規定在所有的分水嶺上和天然的境界上进行森林更新，在平坦的河間地区和辽濶的谷地营造护田林，进行綜合的土壤改良，建立人工割草場和牧場，並修建蓄水庫。

为了实現該計划，在最近期間，应进行勘察設計工作。

1956年中苏黑龙江綜合考察队混合自然农業資源組曾进行了黑龙江上游兩岸沿江地帶土壤和地植物方面的研究；同时，在中国东北大平原的北部和內蒙呼倫貝尔盟草原地也进行了这些研究。

在这里，形成草地群落和森林群落的生物气候因素，一方面与季候風型气候的作用有关；另一方面与土壤永冻層（島狀的或全面的）的作用有关。春夏間空气及土壤的干旱程度稍弱于全裸的澤雅-布列雅平原，但夏秋間水份过多的現象却表現得較强。

在兩国沿江兩岸的草地地帶地区內，主要是营养繁殖的中生性草本植物群落（地下莖，蔓——直根植物）。在狹窄而深的長窪地，佔优势的是根系發育在积水表面以上、並形成"塔头"的水生植物群落；在干燥的礦地上和陡坡上，则为旱生群落，生長在石質土和砂土上。

在中国东北平原的邊陲部份，發育着在复区中混有水生-中生植物群落的中生型草本群落；在平坦部分为草地-草原和在复区中混有蘆葦沼澤的草原群落。

呼倫貝尔草原丘陵平原的与鹽斑間杂着的干草原，由于强度利用的結果，常有

50% 以上的草地質量不良。

研究的結果指出，当修建扎林达水电站的水庫时，沿江兩岸，在苏联領土上將淹沒 4,800 公頃草地（年产 20,000—30,000 吨干草），在中国領土上，將淹沒 800 公頃主要是潮湿的和沼澤化的草地（年产 10,000—15,000 吨干草）。庫瑪拉和呼瑪間的高泛濫地剖面，也証明这种情况。

根据土地經營資料，在苏联方面共計有 800,000 公頃草地（由斯特列耳卡至海蘭泡距江 100 公里的范圍內，每年其割草面积不超过 3%）。

在黑龙江右岸，在呼瑪县有 85,000 公頃草地（据該县县長談，可割草者約4%）。

因此，可以用开垦这些草地来补偿淹沒的損失。

在黑龙江澤雅河間地区接近水电站的草类森林地区，有 20—40% 是以拂子茅和其他森林杂草佔优势的高草林中空地。但目前尙很少被用作割草場和放牧場。

像在澤雅-布列雅平原一样，在黑龙江澤雅河間地区进行区域的經营和合理的利用，乃是提高牧場产量和提高耕作技术措施所需投資效率的主要方法。

在該地区，經营人工的林間牧場，应是改良牧地的主要措施。

在苏联的黑龙江沿岸地区，在牧草生長期开始之前施用矿質氮素追肥或比較全量地追肥，是一种很有效的措施。

1952—1955 年，我們在澤雅-布列亞平原所获得的資料証明，在施用氮素追肥（N_{100}）的条件下，1 公斤氮素可获得 40—50 公斤青草，施用全量追肥时（$N_{100}P_{60}K_{60}$），則 1 公斤氮可获得 60—78 公斤青草。

若每产 1 公斤"夏季的牛奶"需要 3 公斤青飼料，則氮素追肥的价值平均为其相应所得到的产品价值的 1/12（1 公斤牛奶按成本計为 1 盧布，1 个劳动力日值 5 盧布，100 公斤硝酸銨值 40 盧布）。

在黑龙江沿岸地区草地冷湿的土壤上施用氮素追肥（按100公斤/公頃有效物質計算），不仅可以把产草量提高 1—1.5 倍（青草），同时可以改善草地的植物成份，提高牧草的維生素，蛋白質和其可食性。

全量矿質追肥，在相应地增加飼料的維生素和蛋白質的同时，可以使青草产量提高 2—2.5 倍。

黑龙江流域草地生長量的增長在春季極慢，这是与由于气溫很低，因而在土壤中長期保存着季节性的冻層有关。生長量最大的时期常与热量和水份最大的时期相配合（六月下半月至七月初），此时太平洋的帶着暴雨的季候風吹向大陆。因此，热量和水分决定了牧草收割期的長短，氮素追肥使收割下来的草的長度增加，从而可与干草的收割期限接近。

因此，施用矿質追肥可以縮短割草期，提高割草場和牧場的生产力，使單位投資額和單位追肥所得的乳产品数量增加。

提高飼料地的生产能力，特别是在黑龙江沿岸地区的平原，可以使多余的土地用以种植粮食作物和一年生飼料作物。

在隣近黑龙江上游水电站的地帶和中国东北大平原北部所进行的飼料地的初步研究結果表明，結合田間飼料生产，該区的飼料地可以保証充分地滿足該区未来工業中心所飼牲畜对飼料的需要，也就能充分地滿足居民对畜产品的需要。

今后必須結合土壤气候条件，研究最經济的改善和利用牧地的方法，同时研究飼料收割和飼料生产的全部过程（干草制备、青貯飼料、供水和挤奶等）綜合机械化的途徑。

黑龙江地区農業机械化問題的研究

A.A.伊萬琴科

（苏联科学院生产力研究委員会）

在闡明黑龙江流域及其支流生产力的綜合利用問題时，应該对农業的全面机械化和电气化的研究給予很大的注意。因为只有这样才能順利地开展广濶的黑龙江流域，以發展农業及建立强大的粮食生产基地。

黑龙江綜合考察队在农業机械化方面曾进行三年研究，其主要目的在于制定和在科学上論証，在黑龙江地区的特殊自然条件下，正常利用机器拖拉机的途徑及措施，並选擇合理的机械系統，以实現农業的全面机械化。

在这項研究中我們主要是注意尋求克服在使用机器拖拉机中所存在的某些困难的途徑上。这些困难是由于在夏季多雨季节內，土表暫时过湿所引起的。

在所进行的研究中我們获得了丰富的材料。这些材料說明在黑龙江地区土壤中引起土壤週期性豬水的不良水分狀況，是决定于一系列相互間有密切連系的因素的总合作用：如各时期的降雨不均匀；土壤的机械組成粘重；土壤的無結構耕作層薄；土壤犂底層的紧实度大，透水性小，持水量低；冬季結冻較深，春季土壤融化太慢。

为了研究土壤耕作农具的阻力，我們对澤雅-布列雅河流之間，具有不同腐殖質厚度的各种暗色草甸土的物理机械特性，进行了分層研究。研究結果証明，長期耕作地的犂底層特別坚实，持水量小，透水性低。犂底層的容重及土壤硬度要比耕作層高0.3—0.4倍，而总孔隙度則相应地比耕作層降低。

例如，在薄層暗色草甸土（A_1 層厚度小于20厘米）中，耕作層的土壤容重为1.1—1.15，而犂底層的土壤容重則为1.50—1.60。在耕作層中总孔隙度为48—50%，而在犂底層中則仅为38—40%。在厚層暗色草甸土（A_1 層大于30厘米）中，耕作層的土壤容重为0.9—1.0，而犂底層为1.25—1.35；耕作層中的总孔隙度为55—60%，而犂底層为45—48%。

我們用中亞細亞灌区，农業机械化研究所的專門硬度測定器，对長期耕作的地段进行了土壤硬度的直接測定，完全証实有紧实犂底層的存在。例如，达姆巴夫区托尔斯托夫卡村列宁集体农庄的中厚暗色草甸土，犂底層的土壤容重和硬度（以硬度測定器压入土內鉄柱断面公斤/平方厘米表示）比耕作層增加0.5倍，而总孔隙度相应地減少。这种情况由表1所引用的資料可以看出。

在我們調查过的澤雅-布列雅河流之間的其他暗色草甸土地区，也存在着这种規律性。

表 1 阿穆尔州达姆包夫区列宁集体农庄之大田耕作層和犂底層土壤物理机械特性的差別

土層深度（厘米）	容重	总孔隙度 %	土壤硬度（硬度测定器，公斤/平方厘米）
耕作層 0—5	1.19	54	0.86
耕作層 5—10	1.10	58	0.97
耕作層 10—15	1.35	50	1.06
耕作層 15—20	1.36	49	1.16
犂底層 20—25	1.50	45	1.40
犂底層 25—30	1.56	43	1.46
30—35	1.44	47	1.22
35—40	1.48	46	1.29
40—45	1.44	47	1.20
45—50	1.46	47	1.30

考察队土壤改良小队（Н. П. 甫斯托瓦依托夫），对土壤各層水分滲透性所進行的研究指出，土壤犂底層的滲透力非常小，几乎水分不能透过。

应該指出，澤雅-布列雅河之間的大部农業地区的土壤，都具有机械成分粘重的特点。由兩河之間55个不同地点，采集耕作層和犂底層的土壤样品，进行了土壤机械組成的分析。結果說明：有三个地点的土壤机械組成为粘壤土。其余52个点的土壤都是輕粘土和中粘土，粉粒和粘粒（直徑小于0.01毫米）佔60%以上，其中粘粒（直徑小于0.001毫米）佔40%以上。

大家都知道，降水分佈不均勻和大量降水多集中在夏季，特別是集中在谷物收获季节，这对黑龙江地区的週期性土壤过湿起着很大作用。在楊紉章的报告中特別指出，降水的不平衡性是黑龙江地区气候的一个明显特征。

关于每年和一年內每旬中降雨的不平衡的情况，可以由阿穆尔試驗站（达姆包夫区）四十三年（1913年到1955年）的气象資料看出。在这个期間內，年平均雨量454毫米，其中有兩年特别干旱，年降水量小于2.00毫米（1921年全年总降水量186.2毫米，1904年162.0毫米）。这兩年非常干旱，不仅春季干旱，而且在收获季节也干旱，春季干旱的年份还有1925年、1927年、1941年、1947年、1951年。在1925年的5月和6月上、中旬，降水30.5毫米，1927年为33.2毫米，1941年为49.9毫米，1947年为51.1毫米，1951年为7.6毫米。大家都知道，在这几年的谷物产量都很低。

在7月下半月和8月經常下大雨的年份，对谷物的收获和机器拖拉机、康拜因机的使用都非常不利。在过去的43年中，有8年收获期的40天內降水量达250—300毫米以上。1915年（收获期）降水量350毫米，1917年为255.2毫米，1928年为354.9毫米，1929年为287.2毫米，1947年为360.5毫米，1951年为314.9毫米，1953年为250毫米以上。雨量最多的是1955年。

在7月末、8—9月这个比較短的期間內（30—40天），所降雨量过多，不仅在

收获和其他工作中，对使用拖拉机造成困难，阻碍田間日常工作的完成，而且还帶来一系列不良后果。特别是8月和9月間的大量降水，很快使土壤耕作層达到水分飽和，于是耕作層失去粘結性和硬度。使拖拉机、康拜因机和其他农業机械的行走部件下陷入水分飽和的土壤中，达到阻塞犂盤的深度，結果拖拉机打滑很厉害，失去大部分牽引力，同时大大增加机器履帶，特别是谷物康拜因机滚輪的牽引阻力。关于中厚暗色草甸土在过度潮湿的情况下，拖拉机牽引力减少和康拜因阻力增加的情况，由我們在1955年所做的試驗資料可以得到証实。表2所引用的是在阿穆尔州达姆包夫区“紅色勳章”集体农庄大田所做的試驗結果：

表 2 土壤湿度对拖拉机牽引力和谷物康拜因机阻力的变化的影响

（达姆包夫区“紅色勳章”集体农庄）

上層土壤湿度		普通履帶拖拉机的最大牽引力		C-6普通滚輪康拜因机的牽引阻力		
絕对湿度（重量%）	相对湿度（总孔隙度%）（飽和持水量）	C-80 Ⅱ速运轉	ДТ-54 Ⅱ速运轉	行走輪平均下陷深度（厘米）	平均牽引阻力（公斤）	阻力变动范圍（公斤）
27.1	50	5200	2100	2	1120	1000—1200
32.5	60	5100	2000	35	1200	1050—1300
37.9	70	4800	1900	10	1450	1380—1580
40.6	80	2600	750	15—16	1800	1700—2100
43.5	85	不工作	不工作	30以上	3300	2800—4000

可以看出，在土壤过度潮湿的情况下，行走部件对土壤的單位压力为0.49公斤/平方厘米的、普通履帶式C-30号拖拉机的牽引力，降低60%以上。康拜因的牽引阻力增加了2倍，並且康拜因的行走部件堵塞很多泥土和禾稈，妨碍谷物的收割。大家都知道，在黑龙江地区的条件下，土壤过度潮湿的时候，必須給康拜因机加裝各种特殊裝置，把康拜因机的走輪安裝上大的滑木或滑板，而要牽引这种康拜因机，就要用兩个甚至三个大馬力的拖拉机，这是非常不經济的事。

在这种多雨的时候，大量雨水聚积于河谷地，谷地和田間低地，形成沼澤。由于夏末水分蒸發緩慢，秋季和春季逕流極弱，所形成的沼澤，經常是長期不能为农業所利用，大片的田地全部受到严重割切。这样一来，由于拖拉机耕作的地段單位長度減小，机器拖拉机的工作条件就变得非常惡劣。根据吉姆、穆新国营农場和穆新、唐夫、伊万諾夫、耶尔科維茨各机器拖拉机站的机械师和农業工作人員的講述，1951年、1952年和1953年都是多雨的年份。上述机器拖拉机站服务的集体农庄和国营农場的田間，由于沼澤化，沒有播种和泡爛幼苗者佔耕地面积10—20%，而联合拖拉机組耕作地段的單程長度比1950年减少二分之一还多。

为了了解机器拖拉机的使用条件，我們在1955年的雨季中，在小麦播种地（“紅色勳章”集体农庄的中厚暗色草甸土試驗地）上，所做的水分动态和水分消耗的研

究說明：上層土壤的过湿現象（相对湿度在70%以上），在生長期內的任何时期，降过大雨之后都能形成。但在农作物生長最旺盛的时期（小麦是在6月下旬和7月），由于需水量特别多（一公頃一晝夜需水量在80立方米以上），在降完大雨以后，上層土壤的豬水現象保持的时間並不長（1—3天）。在很多情况下，土壤豬水現象是發生在小麦不蒸發水分，田間水分消耗非常低（一公頃一晝夜消耗水量为15—20立方米）的8月下旬和9月。

把我們研究的水分动态和水分消耗量的資料已作成圖表。

这些資料說明，在黑龙江地区谷类作物的早期收获和适时收获具有特殊意义；並指出，必須按單位面积大大增加拖拉机和康拜因机的数量，以便在短时間內收割完全部谷物。

根据我們在阿穆尔州进行試驗的結果，以及当地各机器拖拉机站、集体农庄和国营农場的机械师、农学家和其他工作人員的丰富經驗，使我們能够拟定需要努力的途徑，以便在黑龙江地区的条件下获得农作物的高額产量，保証机器拖拉机的正常使用，以及只要花費最小的人力和物力就可获得农产品。

在黑龙江地区的条件下，如果联合实行某些措施，就能获得最大的效果。其中最主要的措施如下：

（一）加大土壤犂底層的透水性，以便使降水所造成的过多的水分，較均匀地分佈于整个土壤剖面，和进入土層深处，从而使土壤表層很快变干。因之，就有可能在下雨以后很快地使用拖拉联合机进行田間作業。研究結果說明：使用各种深松土农具，就可达到这一目的。最有前途的农具是ГР-2,7土壤深耕器，这种深耕器可以把土壤耕翻厚度加深1—2倍，耕深达40—60厘米，使犂底層得到精細翻松，上層土壤並不發生重大变动。

1954年在托尔斯托夫卡村列宁集体农庄，以中厚草甸土人工灌溉小区所进行的專門試驗說明：在沒有进行松土和松土很淺（18—20厘米）沒有触动坚实犂底層的小区中，进行过兩次充分灌水以后，土壤所得水分为170—180厘米，上層土壤便形成豬水現象。在这种情况下，灌水后一晝夜，土壤湿度便接近田間持水量。在同样灌水的情况下，翻松过犂底層的小区，特别是松土深度达50厘米的小区，整个半公尺深的土壤湿度都比較均匀，而且这一層的湿度只有田間持水量的70—75%。在这些小区中，大部分灌水是滲到0.5米以下的土層中去。这些試驗資料也作了圖。

还可以看出，在进行深松土的小区，灌水一晝夜以后，專門硬度測定器鉄柱受压力陷入土壤的深度，就比沒有进行松土或淺松土的小区来得淺。換句話說，也就是农業机器在深松土的小区进行工作的时間，比淺松土的小区提前很長时間，行走部件也不致發生严重下陷。

为了研究深耕器对改善机器拖拉机的使用条件，和提高农作物的产量，穆新机器

拖拉机站所服务的“紅色勳章”集体农庄（庫芝莫捷米揚諾夫卡），和唐波夫机器拖拉机站所服务的列宁集体农庄（托尔斯托夫卡村），在1954年用各种深耕农具和深耕方法进行了專門的生产試驗。1955年在試驗地上播种的是小麦、大豆，在1956年复又播种小麦。这样，在1956年便能够观察各种土壤耕作方法的后果。

各試驗地的土壤耕作处理如下：

（1）对照——一般秋耕深度为16—18厘米；

（2）用复式犁进行深秋耕，耕翻土層深度为24—25厘米；

（3）用П-5-35型犁进行無犁壁秋耕，耕深38—40厘米；

（4）用帶土壤深耕鏟的П-3-30-П式犁进行秋耕（犁耕深25厘米，再加上土壤深耕鏟于犁底以下加深15厘米，总深度可达40厘米）。耕翻的时間都相同，試驗区的其他一切工作方法和时間也严格一致。

在这些試驗地上进行的試驗証明：用裝有土壤深耕鏟的犁进行犁底松土，以及用無犁壁的犁进行松土的小区，其土壤水分物理性質都發生显著变化，特别是犁底層——20—40厘米处的土壤容重大大減少，其总孔隙度却大大增加。

以上資料已列入圖表。上述土層（即犁底層）比一般淺耕小区濕潤得多，深耕土壤的解冻也来得比較迅速。

深耕的小区風干較快。在春季，土壤上層（0—10厘米）也容易受热。在这里，因雨水而中断的田間工作，也比普通淺耕小区恢复得早，因为雨水可以滲入到比較深的土層中。

在試驗地中，用帶有土壤深耕鏟的犁耕翻的小区，充塞的情况也比較少。由分析結果看来，深松土小区，在整个生長期間都具有比較良好的水分空气狀况，硝化作用进行的比較迅速。用帶有土壤深耕鏟的犁进行耕翻的小区，1955年（多水的年份），小麦和大豆的产量比一般淺耕的小区增产27—30%。全試驗地1955年小麦和大豆的产量資料見表3和表4。

表3 “紅色勳章”集体农庄試驗地小麦产量

試驗处理	田間总产量 公担/公頃*	折純干小麦的产量 公担/公頃	以純干小麦产量作比%
1. 对照，普通耕深16—18厘米	11.1	8.25	100
2. 壁犁耕深，耕深24—25厘米	12.0	9.0	110
3. 無壁犁深松土，耕深40厘米	11.4	9.4	114
4. 用帶土壤深耕器的П-3-30-П式犁翻耕，耕深40厘米	12.9	10.6	128

* 原为Валовой сбор в бункер，是恨箱总产量的意思，亦即田間初收尚未清潔干燥过的初产量，为表示确切和容易了解起見，改用“田間总产量”——校者。

表 4　庫芝莫捷米揚諾夫卡村“紅色勳章”集体农庄和唐波夫列宁集体农庄試驗地的大豆产量

試　驗　处　理	“紅色勳章”集体农庄 乱砲品种大豆田間产量 公担/公頃	%	列宁集体农庄 AЖ-41号品种大豆田間产量 公担/公頃	%
1. 对照，普通耕深16—18厘米	15.5	100	12.9	100
2. 壁犂翻耕深24—25厘米	17.7	114	14.3	111
3. 無壁犂深松土，耕深40厘米	17.5	113	—	—
4. 用帶深耕器的П—3—30—П式犂深松土，耕深40厘米	20.5	130	16.4	127
5. 用圓盤耙，耙深6—8厘米	—	—	12.0	93

1956年（試驗二年之后）对試驗地的土壤进行物理机械特性的測定表明，深耕过的小区，其犂底層的土壤孔隙度，水分貯量及透水性比犂底層沒有疏松的小区要大得多。

深耕过的小区，第二年的小麦产量比对照小区增产25—30%，而且籽粒的質量也比較高。留鉄斯森斯062号品种小麦的千粒重为24—25克，可是对照区的同种小麦千粒重却不超过22克。唐波夫区托尔托夫卡村列宁集体农庄，土壤深耕的地段，每公頃小麦产量为12.5公担，可是普通翻耕的小区每公頃只收9.5公担，全集体农庄小麦总平均每公頃产量近8公担。

应当指出，1954年秋天进行过深耕的試驗地，在1956年春季只用圓盤耙进行地表淺耕，而沒有进行翻耕。

这样一来，在1956年这一中等潮湿的年份，完全証明进行深耕的效果很高；也証明使用由深松土器和淺耕鏵犂（粗耕机）所組成的土壤耕作机械系統，是十分正確的。此外还表明深松犂底層的效果，保持兩年仍然很好。完全可以設想，在輪作中只要在秋耕休閑时，用深耕机进行一次深耕，以后几年只要用防除杂草的农具——鏵式粗耕机，中耕机和耙就可以。

1955年和1956年在阿穆尔州农業試驗站所进行的試驗（試驗是由科学研究人員B.И.高盧別夫进行的），土壤深耕在农業技术效益方面获得非常良好的結果。

該試驗站1955年进行三次，1956年又在以后播种小麦的秋耕休閑地上进行一次土壤深耕試驗。除了用一般的方法（深耕20厘米）翻耕休閑地以外，还用疏松犂底層的深耕方法（耕深40—45厘米）翻耕了休閑地。

試驗結果列于表5。

由表5看来，兩年平均每公頃产量提高3.3公担。根据阿穆尔农業試驗站的試驗結果，你們能够得出，在黑龙江地区暗色草甸土的条件下，深耕疏松犂底層，有很高农業技术效果的結論。

表 5 阿穆尔州农業試驗站以不同耕作方法翻耕休閒地对小麦产量的影响

（根据B.高盧別夫的資料）

休閒地翻耕方法	1955年				1956年試驗	兩年平均产量公担/公頃	兩年平均产量%
	試驗 1	試驗 2	試驗 3	三次試驗平均数			
普通耕深20厘米	18.1	14.2	10.0	14.1	17.2	15.6	100
無壁犂深耕40—45厘米	20.2	17.2	12.7	16.8	21.0	18.9	121

（二）增大拖拉机和农具的通行能力。用减低拖拉机和农机具重量和增大行走部件支撑面的方法，增大其通行能力。也就是說，要达到減輕拖拉机和农机具对土壤單位面积压力，和改善推进机和土壤粘結的目的。众所週知，这只有加寬拖拉机的履帶，和在連接机件走輪的外緣上安置加寬輪帶才能达到。我們的試驗証明：在黑龙江地区的条件下，应当使用單位压力不超过0.30—0.35公斤/平方厘米的拖拉机。例如履帶加寬到720毫米的C-80号拖拉机便具有这样的單位压力。ДТ-55号拖拉机的單位压力还要小（0.22公斤/平方厘米）。

黑龙江地区的机器拖拉机站和国营农場，对耕犂，中耕机和播种机行走部件構造的改变，应該是加寬走輪的外緣。正如我們的計算和观察所指出的那样，为了保証在暫时过湿的土壤中具有充分的通行能力，必須把耕犂、播种机和中耕机的走輪外緣加寬到250毫米。

在对机引式康拜因經过多次試驗的裝置中，是以將輪盤直徑加大到2米，輪緣加寬1倍，並加木塊防护（以免泥土塞入輻条）等裝置，在土壤过湿的情况下使用起来最为有效而且經济。單位压力0.30—0.35公斤/平方厘米的寬履帶自动康拜因也很有前途。

关于拖拉机減輕單位压力，改良行走部件和土壤粘結以及扩大康拜因輪盤等設施，在黑龙江地区过湿土壤中工作时所产生的效果，可由表6所引用的試驗資料看出。

表 6 土壤表層湿度对各种不同裝置的拖拉机牽引力和康拜因牽引阻力的影响

土壤表層（0—20厘米）湿度（佔总湿度）	C-80号拖拉机在Ⅱ速运轉时的最大牽引力（公斤）		"Сталине-6"康拜因的平均牽引阻力（公斤）	
	單位压力为0.49公斤/平方厘米的普通履帶拖拉机	單位压力为0.34公斤/平方厘米的寬履帶拖拉机	普通輪康拜因	走輪直徑寬度皆增加1倍的康拜因
50	5200	5150	1120	1120
60	5100	5050	1200	1200
70	4800	4850	1450	1250
75	4000	4800	1800	1470
80	2000	3500	3300	1750
85	未工作	2500	未工作	2300

从我們引用的資料中可以看出，履帶加寬的 C-80 号拖拉机，甚至在土壤表層的相对湿度达到最大持水量的 80% 时，也能够發揮相当高的牽引力（3500 公斤）。而“Сталине-6”康拜因由于走輪直徑加大到 2 米，走輪外緣寬度增加 1 倍，在过湿的土地上，其阻力比一般走輪減少 50—70%。因之，“Сталине-6”康拜因現在只用一台加寬履帶的 C-80 号拖拉机就能牽引，而不必使用兩台或三台牽引。

（三）由于黑龙江地区谷物的收获經常是在谷粒湿度特別大（有时达 25—27% 以上）的时候进行，因之，在这一帶設有良好的完全机械化的谷場是有重大意义的。这种谷場应設有工作效力大的谷物清潔器和干燥器及足够数量的帶盖粮倉，以便运輸和貯藏粮食，保証谷物加工的全面机械化及流水工作法。必須組織对谷物清潔和干燥，有高度能力的机組和机器之成組的工業生产，並把它們推广到黑龙江地区所有集体农庄和国营农場。这些机組的組成已經拟成，並經过阿穆尔州各先进农場的广泛的实踐作过檢定。最典型的要算是已經在阿穆尔国营农場和很多集体农庄使用的，具有兩个 BC-5号分級机和 4 个固定干燥器的机械化裝备。这些分級机和干燥器，在每班六个人工作时，每晝夜的工作效力为 200 吨谷物。

（四）由于气候条件的关系，黑龙江地区各机器拖拉机站和国营农場的机器拖拉机，大部分时間都要用来耕作湿度很大的土壤，而这些土壤大部分是机耕很困难的土壤，其單位阻力高于 0.55 公斤/平方厘米。因此必須按照这个地区的条件預先制定工作定額，燃料消耗定額，間修期限及修理折旧定額等。

我們对阿穆尔州地区各种土壤类型所进行的單位阻力試驗証明：在这一地区，主要是械耕困难的土壤，在这种土壤上，在一般耕作深度（16—18厘米）和湿度正常的情况下，耕犁切开每一平方厘米撥片，其單位阻力为 0.55 公斤。試驗还指出：在深耕时，特別是在用深耕器疏松犁底層时，耕作机器的总阻力和單位阻力都显著增大。这从所引用的資料可以看出。特別是当犁鏵或深耕鏟被很紧实的底土粘着时，阻力增加的更大。

已經确定，在黑龙江地区的条件下，土壤的單位阻力随土壤耕作層的湿度而变化的規律。这个規律在苏联的其他地区也存在 这就是：在絕对湿度为 25—35%（相对湿度为 50—65%）的范圍內，耕翻最干的土壤，單位阻力也最大，而后，單位阻力随着湿度的增加而減小。絕对湿度达 35% 以上的过湿土壤，土壤的單位阻力又开始随着湿度的增加而加大。

（五）在黑龙江地区的气候条件下，最适宜进行日常田間工作，特別是谷物收割工作的日子非常少。例如，根据历年的資料，澤雅-布列雅平原的平均工作日，在 6 月只佔总天数的 64%，7 月佔 58%，8 月佔 55%。这些从所引用的資料可以看出。例如，在 1955 年 5 月份时断时續下雨期間里，可以进行田間工作的天数为 16 天，6 月份为 13 天，7 月份为 14 天，8 月份为 14 天，9 月份为 10 天。因此必須按播种地單位

面积增加拖拉机、康拜因和其他农業机器的数量，以便在这一地区的气候条件下，在适于田間工作的極短时間內，完成全部田間工作。

为了使黑龙江地区达到农業綜合机械化，預計需要机器拖拉机的适当定額，根据我們研究的結果确定如下：每 1000 公頃耕地需要拖拉机 19.2 台（每台以 15 馬力計），其中 65% 应是一般用的拖拉机，35% 是耕作用拖拉机；每 1000 公頃耕地需要載重汽車（2.5 吨的）10 台；每 1000 公頃早熟作物需康拜因机（以工作輻 5 米計算）10 台。

（六）黑龙江地区各机器拖拉机站和国营农場的机器拖拉机場，必須拥有最新式的土壤改良机器和农具，这些机器須在防止多雨所造成的不良影响，疏干沼澤地以及开垦被有疏林和灌木的荒地等等工作上实行机械化。

在阿穆尔州各机器拖拉机站和国营农場的專門土壤改良机器中，必須有 KH-2,7 号草甸-沼澤灌木剷除机，ГКН-3 号灌木耙，Д-210-В 树根剷除收集机，Д-222 号輪形剷土机，Д-159-В 推土机，Д-20-В 平路机，КВТ-4 环形鎮压器，ПКБ-2-54 灌木沼澤犁（加寬走輪外緣的），БДТ-2,2 重圓盤耙，ФБ-1.9 和 ФБ-1.0 滚筒旋轉犁，КМ-800 开溝机，4 ПЗУ-ВНИИГИМ 吸泥-挖泥机，單斗和多斗掘土机。

（七）阿穆尔州的集体农庄和国营农場，特别需要畜牧場工作的机械化裝备：供水設备的自动無塔揚水机，自动飲水器，牧場的运輸机械化設备，以及飼料制造的机械系統等。

最后应当指出，阿穆尔州各机器拖拉机站和国营农場的很多工作人員，海蘭泡农業研究所和阿穆尔州試驗站的研究人員以及阿穆尔州农業厅的專家們，已經討論过並且贊成上述这些措施。

有計划地綜合实現上述措施，毫無疑問，將从根本上提高农業生产效果，和最合理地利用黑龙江流域广濶而肥美的农業自然資源。

（常世华譯，严長生校）

黑龙江流域的运输現状及其發展远景

高　原

在中国境内，黑龙江干支流总長45,000公里，流域面积865,000平方公里，等于总流域面积的44％。其中能通航的航道長度約佔河流总長度的40％。

1878年以前，黑龙江沿岸，主要是鄂倫春族和达呼尔族人游牧的地区。1870年以后由于淘金事業的兴起，山东、河南、河北等省的穷苦农民，不顧滿清政府的禁令，終年不断的冒險逃荒关外，才前往开發。

1854年俄国人首先在黑龙江上开創自航船舶的航行，到1872年創办定期客貨运輸。中国直到1907年才开始在黑龙江支流（由黑龙江往南600公里）——松花江上組織航运；于1918年在黑龙江干流，1937年在烏苏里江組織了定期客貨运輸。由于黑龙江地区开發迟緩，故迄今大部荒地和森林尙未开拓出来，居民非常稀少。

根据初步統計，黑龙江流域內森林地帶佔全流域面积的36.4%，宜于耕种土地佔29.2%，其中3.7%正在开垦中。

黑龙江兩岸最密居民区平均每平方公里为15—20人，山澤区每平方公里不到1人，並且居民区分配極不均勻，其中多数居住在黑龙江沿岸的肥沃黑土地区，从事农業和漁業；其中鄂倫春族發展較落后，还居于森林中从事游獵，直到解放后，才开始定居落戶；所以沿黑龙江的居民生活与中国內地人民生活有着很大差別。

全国解放后不久，政府决定采取措施向黑龙江流域的肥沃地区移民，以便开發农垦荒地，因此黑龙江干流貨运周轉量比解放前有着迅速的增長速度，1955年統計貨运量較1947年增加26倍，吨公里增加31倍，客运周轉量增加19倍。

但若把黑龙江流域的主要支流松花江运輸量計算在內，則黑龙江干流的运量数字却小的可憐；1955年統計，黑龙江干流貨运量为全流域的2.5%，吨公里仅为10%，客运量为6.1%，而人公里为12.9%。

黑龙江的严寒气候对發展航运有着不小的影响，因为每年航期不过176—200天左右，所以貨运量中的87％，都是在第二、三季度完成的，目前基本上的运輸貨种为木材——佔全部貨运量的51.6%，粮食——佔24.7%，由北往南的貨流約为全部貨流的⅔，客流方向相反，由南向北的人数佔50%以上，但無論客运或貨运中都有不正常的貨流現象。

黑龙江南岸主要有下列各港：漠河、呼瑪、黑河、奇克、烏云、嘉蔭、蘿北、撫远、秦得利、同江。烏苏里江上有：抓吉、海靑、东安、饒河、虎头等，其中除黑、同江和虎头三个港口建有碼头和其他建筑物以外，其余11个港口沒有任何建筑

物；所以称为港口，不过是船舶經常在那里停靠卸貨而已。至于船舶裝卸自然是靠人力操作。所有以上港口均不能与鉄路联运——至于公路，在雨期內也不能通行汽車。冬季汽車通行情况較好，但此时又停止了航行。

黑龙江的航道比中国其他河流航行条件还是較好的，河水含沙量很小，並且大部份河流的平均水流速度也不超过1.5米/秒，这对于船舶航行还是合适的。航道平均寬度300—700米，最低标准通航深度为1.9米。

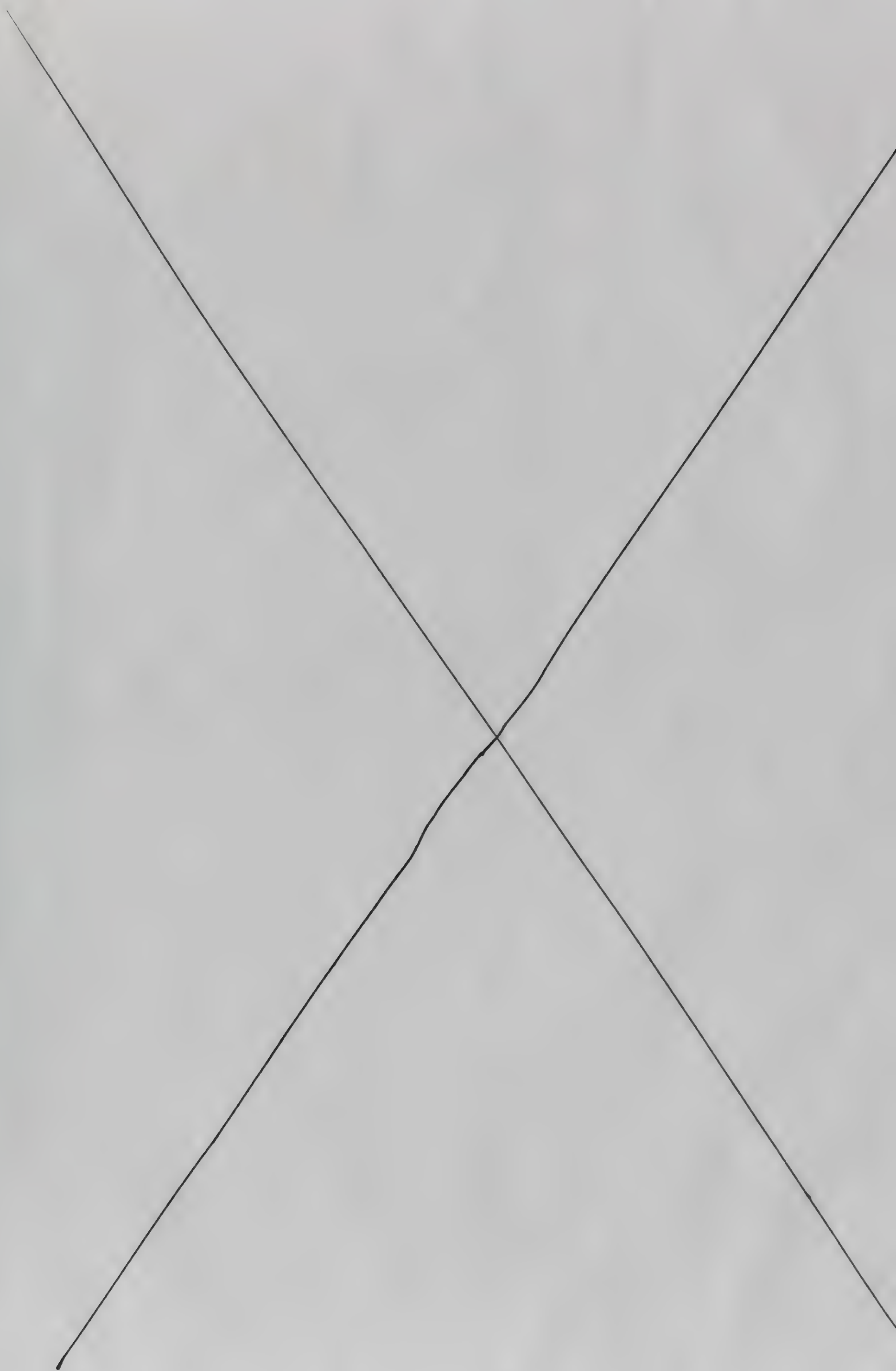
全河淺灘共有163个，其中最大限制淺灘有：鴨旦河淺灘，白四爷廟淺灘，圈河淺灘，兴东淺灘，巴得淺灘等五处，其中兴东淺灘灘長七公里，航道寬度只有40米，枯水深仅1米，水乱且急。白四爷廟淺灘灘長4.5公里，枯水位水深小于0.8米，並且曲度半徑也不能滿足現代航行的要求。以上七处淺灘將来必須消除或加以整治，才能充分利用現有的航道水深。

1953年中苏兩国政府曾經簽訂了共同設施航标的协定。規定在黑龙江中游自洛古河村至撫远水道長1,799公里和烏苏里江內由虎头至撫远水道長364公里的航道中，設立一等标，保証日夜通航；在黑龙江上游奇干至洛古村附近長271公里的航道內，維持三級航标；但在这段上中国船只目前尚無定期航行的班輪。黑龙江上的运輸船舶載貨吨位的80%系解放后建造的。船舶类型很复杂，並且多数屬老的船型。但是由于解放后大力推广拖帶法和船舶調度制度，因此1955年的生产指标較1950年增加一倍以上。目前船舶的非生产停泊时間約佔38%左右。船舶載貨量利用率以及馬力利用率方面較国內其他河流均低的多，营运期馬力天生产量与長江比是(1：1.3)，航行速度比是（1：1.5）。加上船舶基本燃料是煤炭，沿黑龙江各站所用煤炭供应是由松花江轉来，所以煤的运輸成本很大。

黑龙江上所有这些不良条件对貨物运輸成本影响很大，所以水运成本高于鉄路运輸，相比值是（16：13）;比中国其他內河成本亦高，例如与長江成本比是(16：10)，当然比汽車运輸还是低的多（1：15）。

虽然对中国来說，黑龙江大規模的水运开發时間可能还很遙远，但是黑龙江綜合开發規划的編制是非常重要的，必須提早着手；因为黑龙江是远东方面中国和苏联的疆界，随着黑龙江兩岸的自然財富的开發，以及为了巩固远东和平，黑龙江水利資源的綜合利用將有重大意义。特别是經济方面，黑龙江流域是很富庶的区域：农業方面，据1956年初步統計在苏境的荒地約一千万公頃，中国境內荒地也有八百万公頃均宜于耕种。將来随着灌溉和土壤改良措施，每畝地收获量將比目前每畝产量增加一倍以上；在矿产方面，預計在大小兴安嶺可能發現大量的稀有金屬。黑龙江上未来的水电站功率估計有477,000千瓦，並且發电成本比火电成本要低的多。

由水运观点出發开發黑龙江，有三个最有利的联运方案：第一，松花江和辽河之間开挖一运河，黑龙江船舶通过松花江、运河、辽河直达渤海灣出口，並与华北內



河通航联运；其次，是將兴凱湖与綏芬河联接，船舶經烏苏里江，过兴凱湖，綏芬河到大彼得海峽出口，並与威海衛海港联运；第三，黑龙江下游改道于基兹(Кизэ)湖入海，可抬高黑龙江下游水位，海船直达青年团城。对于中国来說，联接松花江和辽河的运河方案实現后，則黑龙江的中苏船舶可以經过渤海灣与中国广大內河实行联运，不仅經济上政治上有很大意义，並且將在中国河、海交通运輸史上开辟新紀元。

中华人民共和国政府对移民黑龙江流域的問題，一向給以極大的注意。根据初步的黑龙江各县發展远景总的估計， 1967 年前黑龙江沿岸各县居民將較現在增加 4 倍，播种面积增加 5 倍。粮食总产量增加 6 倍，木材运輸增加 9 倍。由于可能發現新的矿藏产地，黑龙江还要取得新的貨流。所以 1967 年貨运量估計比 1955 年將增加 19 倍（吨）,吨公里增加 31 倍，基本运輸貨种是粮食、黃豆、木材、煤、鹽。客运量增加 53倍，新船吨位当然亦必須予以相应的增長。

根据貨流的計算：在北安—黑河鉄路兴建后，黑河港將成为鉄路与水运联运的大港，貨物吞吐量將达 100 万吨以上。密山—虎头鉄路修通后，虎头港的貨运吞吐量將达 250,000 吨。嫩江—兎屋浦和鶴崗—嘉蔭鉄路修建后，对于实行水陆联运亦將有很大的意义。 12 年后通至黑龙江沿岸的公路，將达 1980 公里，主要公路綫有嫩江—黑河，福利屯—宝清，密山—虎头等21条綫路。（見圖）

松辽运河开發可能性的初步意見

高　原

松辽运河是导引黑龙江入海路綫的方案之一。这个方案是在松花江和辽河之間分水嶺上挖通長300公里的运河，以期連通松花江(黑龙江的主要干流之一)和辽河。因此，黑龙江將有一个新的出海口——流入渤海灣。这条运河在內河运輸水利系統和国防方面都有着極重大的意义。一九五六年下半年开始了关于松辽运河开發可能性的調查研究，現把研究結果和初步意見簡略說明如下。

一. 松辽运河区的地質和自然条件

(一) 地質条件

松辽运河区域在地質結構方面是屬于松辽沉降地帶，因此，第四紀地層沉积特别深厚，只有在石头山，西哈拉巴山和玻璃山曾發現部分火成岩。在这个地区的地層是比較單純的。它的表面，一般說来，是由風成砂和含鹽碱量很大的沙土組成，在砂丘間形成許多沼地。地層基本上由夾有細粒沙層組成。在这地区內，地下水埋藏深度距地面不到4米，某些地方也只有5—8米。水質的特征一般是含鹽碱量特别大，pH值都在7—9之間。

为了进一步查明該地区的地質条件，在已拟定的松辽运河的兩条路綫(东部的和西部的)，及由洮兒河、第二松花江二条引水綫的范圍內，进行了五十万分之一的綫路地質調查及第四紀泥沙沉积的試驗鑽探。調查面积計6300平方公里，鑽井26孔，总長658.98米(土壤圖略)。

在已拟定的由1号至6号鑽井的西部路綫方面，土壤大致分三層：第一層为含鹽碱量很大的黃色表面或灰色風成砂壤土，它的下面是黃色或灰色砂質粘土，上層厚度約5米。第二層为含有貝売和礫石的黃色或灰色粘土質沙，厚度10—15米。第三層为含有貝売和鈣的灰色砂壤土。在这个地段內，地層的变化是較小的，仅2号及3号鑽井之間，在粘土質砂層內含有厚約2米形如凸透鏡的細沙地帶和厚8米凸透鏡狀的砂壤土区。自6号至9号鑽井的地段上，地形如沙崗，地層可以分为四層：第一層(在标高140米以上)为黃色或黑黃色的粘土質砂，地層厚度因地形起伏不一，不易測定。第二層为灰黃色或黃色細沙層，含有較多粉粒土質顆粒。地層如鍋底狀，底位于7号鑽井，边在6号鑽井，最厚处为16米。第三層为黃色或灰色粘土質砂，地層厚度为2—6米。第四層为白灰色含有貝売砂質粘土。由9号鑽井經过10号鑽井至郑家屯水文測量站，地面均勻順緩坡下降，地層亦挨次下降，第一層为厚約3米的黃色

砂質粘土；第二層为灰色細沙。

至于东部路綫方案，自 11 号至 14 号鑽井土壤基本上是灰色或黄色砂質粘土，至深 25 米無变化，仅在高程 115—125 米間有一層粘壤土。自 14 号至 20 号鑽井，地形起伏很大。地層可分三層：第一層为砂質土壤和粘土質砂，变化很大，在地形和土壤組成方面，地層較平緩，並在高程 140—145 米之处， 地層厚度因地形起伏影响，極不均匀；第二層为灰色或黄色細沙層，厚度一般是 7—8 米，最大厚度为 16 米；第三層为砂質粘土，其結構密而堅硬。

（二）自然地理条件

松花江和辽河流域位于东經 116°31′—132°31′，北緯 43°30′—51°55′ 之間。流域总面积为 70 万平方公里，其中山地佔 67%，平原地面积佔 23%，其他为沙漠、沼澤地和丘陵。

在这个寬大的地区內，严寒气候長达 6 个月。最冷的季节为 1 月(零下－41℃)，7 月最热（43℃）。全年溫度变化較大，約 39.8—45.8℃。降雨量 43—58 %， 而且主要集中在 7 月和 8 月。春季气候，比較干燥。流域內多風，夏季东南風，冬季西北風。年平均風速約为每秒 3—4 米。4 月和 11 月是全年最大風速的季节，如通辽区最大風速竟达每秒 33 米。年平均相对湿度一般在 55—70 %，自东部向西逐減。而蒸發量則相反，它由东向西逐步增加，中央部份較高， 而南北边区較低。 西部蒸發量最大，約 2,000 毫米，东部 1,000—1,500 毫米左右。降霜和結冰北部較早， 約在 9 月下旬，南部在 10 月上旬。降霜期至来年 5 月或 6 月結束。 全年降霜时間約 200 天。冰冻时期为 10 月至来年 4 月。冰的最大厚度达 1.5 米及 1.5 米以上。 松辽流域降雪期自 10 月中旬至来年 4 月中旬止。积雪厚达 7—30 厘米。全流域降雨量不等， 年平均量約为 400—600 毫米。

（三）松花江流域的水文特征和通航条件

松花江流域的水道狀况变化与降水量的变化相似，积雪在 4 月融化，因此，流量漸增。5 月和 6 月流量因降雨而繼續增加。7 月及8月降雨最多,流量因此急剧增加。9 月降雨減少， 流量下降。自 10 月至来年 4 月是水文年度內水量最少时期， 11 月至来年 3 月則为最枯水时期。

在航行时期（5—10 月），嫩江流量为年总量94%，第二松花江为年总量82%。

根据初步推算，嫩江年平均逕流总量为 207 亿公方，根据扶余水文测量站的資料，第二松花江年平均逕流总量 189 亿公方。嫩江大賚水文站 P＝75%， 年水量 157 亿公方，其中航运时期水量为 145 亿公方。第二松花江 P＝75%，年流量为 152 亿公方，其中航运时期水量为 130 亿公方。

在松花江各个河段上（自通江至三岔河），第二松花江（自三岔河至吉林，以及丰滿水庫）和嫩江（自三岔河至嫩江），总長2400公里，可以通航各种船舶。这些通航水

道的特点（距离、河流寬度及航道、水道最小深度、曲度半徑、流速、航行可能性、水底土壤等等）和船舶尺度載于表 1。

（四）辽河流域的水文特征和航道情况

辽河流域的水文特征很多与松花江流域相似，积雪 3 月开始融化。在冰雪完全融化后，雨季来到以前，河流水量为春季枯水期。5 月或 6 月雨季开始，河內流量逐步增加。5 月和 8 月降雨量最大，因此流量亦增加。9 月流量逐次減少，10月以后进入秋季枯水期。

枯水期（6—9 月）流量佔全年流量 70—80%，而 6—8 月的流量則佔全年流量的 45—67%。

辽河全年流量 164.96 亿公方，其中內陆河流方面流量 7.58 亿公方外，余有效流量 157.38 亿公方。

辽河的水上运输曾是內蒙和东北之間的主要运輸綫路。在 1878—1900 年間，內河运輸最盛。載重 20 吨的木帆船可自营口运貨至鉄嶺，自三江口至郑家屯。运輸船舶数量达万艘，年运輸量一百多万吨。但是，自 1931 年，由于中長鉄路的兴建，水运日漸衰落。

現今，自鉄嶺以上还未通航，仅有某些地方通行漁船和渡船。鉄嶺以下至河口虽已通航，但航道情况还很坏。辽河的水道状态列表 2。

二．开發松辽运河的經济合理性

（一）东北經济概述及其远景發展

东北地区富有地下矿藏、森林和大量适于耕种的土地。

1．地下資源和工業

根据东北地質勘查局的資料，主要地下資源有下列各种：

煤炭——86.6 亿吨，其中黑龙江省 40.8 亿吨；

鉄——31.6亿吨；大部份在辽宁省，最近在黑龙江省發現新的鉄矿，目前正在进行勘探；

瀝青頁岩——88.1 亿吨，其中辽宁省 65.3 吨；

錳——6 千万吨。

其他还有有色金屬——金、黄銅、鉛、鉬、鎂等天然資源。

森林工業方面：东北有着大片森林，其中大部分是从未采伐的密林。仅根据五个森林工業管理局的資料，木材儲量达 130 万立方米，1967年总产量 1,680 万吨。

2．农業方面：1967 年，播种面积將达 2,200 万公頃。谷物全年总产量4,644万吨（黑龙江省佔 50%），大豆 774 万吨（黑龙江省佔 75%）。

表 1 松花江流域航道情况表

河流名称	河段起迄地点	区間距离(公里)	河宽(米)	航道最窄宽度(米)			航道最淺水深(米)			枯水期的曲度半徑(米)		流速(米/秒)	通航天数(天)	河床情况	通航情况
				洪水	常水	枯水	洪水	常水	枯水	一般	最小				
松花江	同江—佳木斯	239	1,000—2,000	100	80	50	2.5	1.4	1.0	600以上	400	0.75	195	沙土	段内河槽分歧，可通航吃水0.9—1.3米的船舶。
〃	佳木斯—依蘭	110	600—800	100	80	50	4.0	2.0	1.4	600以上	600	1.29	195	沙土，卵石	可通航吃水1.3—1.5米的船舶。
〃	依蘭—沙河子	35	1,800	80	60	40	2.2	1.3	0.8	600以上	500	0.64	200	沙土，卵石	該段有三姓淺灘，枯水期水淺，过灘船舶需减载或倒载。
〃	沙河子—哈尔濱	306	600—1,000	100	80	50	2.5	1.6	1.0	600以上	600	0.64	205	沙土	可通航吃水0.8—1.4米的船舶。
〃	哈尔濱—三岔河	241	300—1,000	100	80	50	3.5	1.7	1.2	400—1300	200—300	0.74	210	沙土	可通航吃水1.1—1.6米的船舶。
第二松花江	三岔河—松花江	185	400—3,000		15	10		0.9	0.6	300—900	100	0.52	220	沙土	河宽水淺，無固定航道，可通航吃水0.55—0.8米的小輪。
〃	松花江—吉林	187	300	30	20	10	1.7	0.9	0.6	300—700	100	0.61	225	粗沙，卵石	可通航吃水0.55—0.8米的小輪。
〃	大丰滿—大船口	200					1.7	4.5	2.5			極慢			水庫内可航行輪船，吉林至大丰滿間25公里不能航行。
嫩江	三岔河—江桥	264	250—500					1.5	0.5	400—1,000	200	0.76		卵石	常水期可通航吃水1.1米的船舶。枯水期，仅几个淺灘水深小于1.0米，稍加整治后可維持1.0—1.2米。
〃	江桥—齐齐哈尔	130	250—500		10			1.4	0.5			0.81		卵石	常水期可通航吃水1.1米的船舶。枯水期，仅几个淺灘水深小于1.0米，稍加整治后可維持1.0—1.2米。
〃	齐齐哈尔—嫩江	480	150—400			12			0.5			0.76		卵石	常水期可通航載重35吨的木帆船。

表 2 辽河枯水期水道情况表

河流名称	河段起迄地点	河段長度（公里）	坡降	一般水面寬度（米）	航道水深（米）		曲度半徑（米）	流速（米/秒）	河床土質	水道情况
					一般	最小				
辽河	河源—郑家屯	802.5								河流流經山区及沙丘地帶，河床不定，不能通航。
〃	郑家屯—福德店	79	1/2,800	30	0.2—0.6	0.1	100	0.2—0.7	粘壤土及沙土	由于上游严重的水土流失，河床淤塞，1917年后，曾三次改道，现今还沒有固定河床，到处是寬淺草塘，不能通航。
〃	福德店—通江口	70	1/4,000	40	0.5—0.6	0.2	150	0.6	沙壤土，个別河段有石塊	东辽河自福德店汇入，福德店以下40公里因西辽河泥沙下泄，河道变化剧烈，再以下，則較稳定，现仅有少数漁船和渡船航行。
〃	通江口—鉄嶺	66	1/3,600	60	0.6—0.75	0.3	250	0.6—0.8	沙壤土	河床較稳定，此河段有漁船和渡船通行。
〃	鉄嶺—巨流河	134	1/4,500—1/5,700	80—120	0.8	0.4	350	0.7—0.8	細沙土	河床較稳定，还未正式組織运輸，仅某些地方有木帆船航行。
〃	巨流河—六間房	132	1/4,600—1/9,900	100—150	1.0—1.5	0.5	350	0.8	細粘質沙土	段內有含沙量較大的柳河等汇入，因此在巨流河上、下約30公里，河床变化較大，洩水河段多，个別河段有良好的航行条件，可以航行淺水拖輪及木帆船。
〃	六間房—三岔河	42.5	1/8,500—1/10,000	30	0.7	0.3	150	0.4	粘土	段內河床稳定，多弯曲，由于六間房处分洩总水量三分之二，枯水时期流量很少，航行較困难。
〃	三岔河—河口	104	1/30,000	200—1,000	3.0	2.2	350	0.3—2.1	沙壤土	本段受潮水影响，又有大支流渾河、太子河流入，因此水量急增，可航行吃水2米的船舶。
东辽河	河源—謝家船口	334								河床弯曲，狹窄，水淺，不能通航。
〃	謝家船口—福德店	115	1/3,000	20—45	0.4—0.7	0.2	90	0.7	粘土，沙質粘土	离福德店75公里的三江口以上，河床很弯曲，河上仅有稀少漁船和渡船。
渾河	河源—沈陽	245								沈陽至撫順，河寬水淺，现不通航。由撫順上行，为山区河流，不能通航。
〃	沈陽—三岔河	163	1/2,500—1/9,000	80—150	0.5以上	0.3	200	0.3—0.7	沙質粘土，沙土	三岔河至黃土坎（90公里）可航行小輪船，但目前仅三岔河以上19公里有机动船舶进行运輸。
太子河	河源—辽陽	251								由辽河至本溪流速最急，淺灘很多，现不通航。本溪以上为山区性質，不能航行。
〃	辽陽—三岔河	155	1/2,800—1/30,000	100—120	0.8	0.4	150	0.6	沙土，卵石	河床稳定，三岔河以上至小北河約110公里，可航行机动船舶，小北河向上洪水期可航行木帆船。

（二）松辽运河远景貨运量的計算

就現有資料，根据主要貨源的远景計算，松辽运河的貨运量如下。

1. 木材

根据五个森林工業管理局的資料，1967年估計年采伐量將为2219万立方公尺，即1630万吨。除25—30%供当地需要外，其余均需运往他区。在运出的木材中，有300万吨將由运河运往南方。如嫩江上游和黑龙江联接，則由本运河运往南方的木材还可增加100万吨。

2. 煤炭

1967年黑龙江、吉林和辽宁三省煤炭总开采量將达7750万吨（其中黑龙江省34%，辽宁省47%）。由黑龙江省和吉林运往辽宁的煤炭，1967年約超过500万吨。考虑水运的合理性和航期限制，1967年，由运河运往南方的煤炭將为180万吨。

3. 粮食（包括大豆）

根据在东北調查时所得的資料，1967年自黑龙江省和吉林省运出的谷物为423万吨。考虑水上运輸的合理性和航行时期，1967年經由运河运輸的谷物約为120万吨。

4. 南北交流运輸

对于这类运輸，仅計算了由运河运輸的黑色金屬和石油貨，1967年鋼鉄的运量为90万吨，石油制品的运量为20万吨。

除此以外，有水泥、机器、日用品等。

表3 1967年松辽运河运輸的主要貨物运量表（千吨）

貨物种类	木材	煤炭	谷物	黑色金屬	石油	共計
数量	3000	1800	1300	900	200	7100

三. 开發松辽运河的技术条件

（一）运河路綫各区域的地形条件

松辽运河由嫩江至辽河可以有二个有价值的比較路綫（东綫和西綫）。路綫長約300公里，二綫平行，相互間隔30公里。

运河东綫由嫩江的韓文源至辽河的謝家船口，長290公里，在地形方面可分为4段，韓文源引水处河床高程118.6米，由此往南，第一段長100公里，地面高程一般在130—140米之間。第二段長100公里，高程在140—150米之間。第三段長80公里，高程在150—165米，在这一段上，高程超过16.5米者有15公里，最高点的高程为180米。第四段長10公里，高程115—120米。运河滙入东辽河（謝家船口）地点的河床高程112米，亦即运河南端河床高程比北端低6.6米。

西綫自嫩江的月亮泡至辽河的郑家屯路綫長297公里，地形高程分五段：

月亮泡引水处河底高程119米；第一段長60公里，地面高程135米左右；第二段90公里，高程135—145米；第三段50公里，高程145—150米，其中高程在150米以上者10公里，最高点为159.5米；第四段60公里，高程130—145米；第五段40公里，平均高程130米。运河入口郑家屯区辽河河床高程115.5米，低于月亮泡引水处高程3.5米。

除上述路綫外，还有二条路綫方案。第一綫，自嫩江江桥經烏家于、架馬吐至郑家屯。第二綫是伪滿洲国拟定的，由伊通河（第二松花江的支流）經長春、怀德等地至东辽河。根据現有資料，这兩条路綫，通过高地距离較大，綫路較長（例如第二綫通过高程175米以上的地方共100公里，最高点高程为217米），而且缺乏足够的水量。因此在本报告中，对这二条路綫不予詳細叙述。

根据所研究的路綫，从地形观点来看，开發松辽运河認为是可能的。

（二）松辽运河路綫的工程地質条件

本区地質狀况已在前面作了叙述，在地貌及地形之間沒有多大差别，都属于風成砂組成的丘陵与沼澤地。整个区域是波狀形的草原。草原及沼澤土內含鹽碱量很大。一般CL化学当量在5—8之間，个别地方高达15，总硬度20—30。

根据現有鑽探資料，由于各鑽井間的距离过大，沒有足够的深度，因此还不能对工程地質作充分的論証。現仅提出下列几个初步意見：

1. 本区地層比較簡單，只有三种土層：即砂質粘土佔多数，粘土質砂佔少数，中間夾有一層細砂層。今后主要应研究細砂層的边坡稳定問題和地下水位变动后經細沙層的滲漏問題。

2. 本区地表層由風成砂丘及土崗形成，而且現今还在普遍發展。虽然大部分已形成固定及半固定丘陵，但仍应考虑風砂对运河淤积的影响問題。

3. 在砂質粘土層中开發运河一般是适合的。但必須进行实驗室土壤試驗，才能提出結論。

4. 本区地下水埋藏深度不大，約为2—4米。地表面又有許多沼澤湿地，在鑽探資料中亦未發現其他的地下水滲漏現象，根据上述初步推断，开發运河可能不致产生严重的滲漏。

必須指出，由于所收集的資料还是不十分充足，今后还須进一步收集和加以論証才能得出最后結論。

（三）松辽运河必需的流量、水源和輸水可能性

由于开發的方法不同，松辽运河所需要的水量亦不一样，如运河渠化，最小流量要每秒41公方，对于自流运河，最大流量为每秒216公方（見表4）；如果要充分滿足吉林、辽宁和內蒙灌溉用水，則需要每秒376公方的流量（由于沒有足够的材

料，这个数字可能还要大些）；就是满足部分灌溉面积的用水，亦需要流量每秒 100 公方。

根据松辽运河引水的地方条件，除了由嫩江流域、韓文源和月亮泡引水处外，还可能由运河兩綫所在各河流輸水。例如，由七官营子区的洮尔河（嫩江支流）和疙瘩窩卜区哈达山区的第二松花江等处。

引水路綫的地貌和地質条件簡述如下。

1. 地貌

由洮兒河引水，位置可在洮南以下 15 公里的七官营子，該地河底高程为 143.10 米，地面高程为 146.9 米。該段河床比降为 1/16,000，寬約 25 米，深 4—6 米，兩岸都是平地。引水路綫从七官营子至西夏家窩堡連接西綫，全長 57.4 公里。地面高程在 142—146 米之間，地势平坦，地形自西北向东南傾斜，有利于引水，此外，尙有旱河的旧道可以利用。

从嫩江引水，位置在韓文源（或月亮泡），河床比降 1/15,000，河床深度在 10米左右，寬达 10 公里。兩岸为低窪草地，距河流 10 公里以外为平地，現兩岸筑有防护地。因此在嫩江引水，要抬高水位較为困难。

第二松花江引水考虑在疙瘩窩堡及哈达山二地，由疙瘩窩堡至三岔河27.5公里，河底高程为 121.9 米，兩岸高程为 132.2 米，河寬約 2 公里，河內有島嶼，兩岸筑有防护堤。由疙瘩窩堡至馬家窩堡有長 69 公里的旧道，路綫高程为 128—132 米，哈达山河底高程为 129.7 米，地面高程为 135 米，河床比降 1/5,900，在哈达山以上区段，右岸为高出水面 20—30 米的丘陵高地，左岸为高出水面 30—50 米的山地。兩岸高地延長 30 多公里，因此，在这里提高水位是有便利条件的。引水路綫从哈达山至馬家窩堡長为 104 公里。沿綫地形向南为丘陵高地，往北为低窪草地，地势由南向北傾斜。

从运河路綫的地形条件方面来看，由洮尔河、嫩江及第二松花江引水，不論是东綫或西綫，都是可能的。

2. 水文条件

（1）洮尔河　河流長 534 公里，流域面积为 30800 平方公里。根据洮南水文站的資料，平均年逕流量为 11 亿公方　根据旧有資料，在上游察尔森及大石寨二处壩址可筑庫蓄水。察尔森位于洮尔河上游，在烏蘭浩特市以上 30 公里，該处控制流域面积 7210 平方公里，其多年平均逕流量为 6.5 亿公方。如筑堤高 27 米，則水庫容积为 5.50 亿公方。大石寨位于归流河（洮尔河支流）上，壩址位置在与干流会合点以上約 72 公里处，控制面积为 4,870 平方公里。

（2）嫩江　長 1089 公里，流域面积 24.39 万平方公里。大賚水文站年平均逕流量为 207 亿公方，年平均流量为每秒 656 公方。

在嫩江干支流上，可以筑壩蓄水的壩址有七处：庫漠屯、安彦淺、柳家屯、烏尔科、烏斯門、碾子山及文得根。其控制面积共計 11.54 万平方公里，連洮尔河兩处壩址計算在內，总共控制面积为 12.74 万平方公里，佔全流域面积的 52.3 %，而所控制的逕流量較大，如其中安彦淺一处即佔全流域逕流的 57.5 %。以上諸水庫的总容积約 150 亿公方，佔年逕流量的 72.5 %。

（3）第二松花江　河流長度 795 公里，流域面积 7.8 万平方公里。扶余水文站控制面积 7.0 万平方公里，年平均逕流量为 189 亿公方，丰滿水文站控制面积4.25万平方公里，年平均逕流量 142 亿公方。

在本流域吉林市上游 24 公里之处，已建有丰滿水庫。水庫的年容水量为132.6亿公方，佔多年平均逕流量的 93.4 %，年平均蒸發量及滲漏量为 1.5 亿公方，溢流量为 7.9 亿公方。

經水庫調节后，在最枯水年河流的最小月平均流量（4 月至 10 月）自每秒 39—48 增大至每秒 190—280 公方。在航行时期，河流的日平均流量通常大于每秒 250 公方。

第二松花江除已修成的丰滿水庫外，在其支流飲馬河石头口門壩址可以修建水庫，該处有 7.99 亿公方的年平均逕流。

上述三处引水地点，洮尔河水量較小，即使以水庫調节，但仍不能滿足运河所需的水量。嫩江及第二松花江多年平均水量为 189 及 207 亿公方，都能滿足运河区航运和灌漑的用水。

除了以上三处引水的綫路以外，为防止松花江、松辽运河及辽河远景用水量的不足，还可以考慮由黑龙江往嫩江輸水的可能性。自黑龙江的苏霍季斯卡附近开始，至嫩江上游，或是自額尔古納河的Горбуновки 堤址开始，至嫩江支流甘河。路綫要通过山区，沿綫地質情况主要是由花崗岩組成，因此，必須修建隧道。工程比較艰巨困难。

四. 运河綫路的选擇及尺度方案的比較

根据松辽运河东西二条路綫和从嫩江及第二松花江輸水入松辽运河，初步拟定五个方案：

1. 运河路綫自后四家子居民点至于家窩堡，自哈达山引水。由于自哈达山引水，船舶可直达輸水綫区，因此，將使运輸里程增加。所以，运河路綫拟在經馬家窩堡沿旱河沼澤地区入后四家子（滙入三岔河），这样，路程可縮短至 143.5 公里。根据初步估計，这个方案在經济方面是合理的；
2. 运河路綫自后四家子至謝家船口，从哈达山引水；
3. 运河路綫自疙瘩窩堡至于家窩堡，自疙瘩窩堡引水；

4. 运河路綫自韓文源至于家窩堡，从韓文源引水；

5. 考慮运河区灌溉用水需要，拟定自韓文源及哈达山兩处引水。

松辽运河滙流入辽河以后，辽河北段（在石佛寺以北），兩岸都是丘陵高地，距河岸不远的某些地方为山区，在这个河段上，运河路綫应由辽河現有河道通过。

辽河南段（在石佛寺以南）为平原地帶，这里仍可利用辽河作为运河路綫或开辟新运河与辽河南段运河联接。

辽河河床較寬，因此所需水量亦大，且辽河不通过辽南的工業城市。因此，运河最好选擇經石佛寺、沈陽、辽陽、鞍山和營口等城市的路綫，运河在營口入渤海灣。

这样，运河沿綫工業城市的部分工業产品及原料可以由水路运輸，另一方面，也可以減少用水量的消耗。

运河分为如下各河段：松辽运河区段，辽河北部河段和辽南河段，拟定渠化和自流兩个方案。

在研究松花江和辽河上通过船舶的問題时，曾考慮了航道条件和貨物吞吐量，对載重量 500 吨及 1000 吨的二种船舶作了比較。

水道尺度应如下表：

船舶載重量（吨）	标準水深（米）	航道底寬（米）	最小曲度半徑（米）	边坡	船舶尺寸 長×寬×高×吃水
500	1.8	28.0	200	1:3	33×9.4×2×1.5
1000	2.5	38.0	450	1:3	73×13×2.5×2

根据上面叙述的各項要求及技术条件，編制五个比較方案（表 4），从方案比較中看出：

（1）松辽运河东西二綫的計划，在地貌方面，东綫較西綫要高，在同一条件下，东綫的挖方工作量較大，例如，在比較兩方案的开挖土方量时，西綫只佔东綫的 56%。

（2）如果开挖运河，只为發展水上运輸，可采用渠化方案，沿綫建筑船閘，开挖土方量較小，用水量亦不大。

（3）引水地点方案的比較：嫩江年平均逕流量，虽然比第二松花江多 18 亿公方。但如从嫩江引水，必須修建水庫，以保証水源。第二松花江已修建丰滿水庫，控制年逕流 142 亿公方（为扶余水文站水量的 75%）。年平均流量一般不小于 250 公方/秒，对运河供水較为現实。

哈达山引水地点高程最高，然而，这里挖土工作量較小，垈䃼窩堡次之。韓文源高程最低，开挖土方量非常大。

表 4 松辽运河开發方案表

运河綫路	方案号	船舶載重量（吨）	运河区 松辽运河区	运河区 辽河北部河段	运河区 辽河南部河段	航道深度（米）	航道寬度（米）	流量（公方/秒）	挖方体积（百万公方）	船閘数（个）	鉄路交叉地点	附註
后四家子—于家窩堡	Ⅰ	1,000	自流	自流	自流或船閘	2.8	91	216	11.50	1	3	
〃	〃	1,000	〃	船閘	船閘	2.5	38	79	7.71	1	3	
〃	〃	1,000	船閘	〃	〃	3.5	38	54	2.90	5	3	
〃	〃	1,000	〃	〃	〃	3.5	38	54	1.85	5	3	輸水站內水位較方案 1_3 提高 5 米
〃	〃	500	自流	自流	自流或船閘	3.0	39	105	7.61	1	3	
〃	〃	500	〃	船閘	船閘	2.2	26	41	6.73	1	3	
〃	〃	500	船閘	〃	〃	3.5	28	41	2.55	5	3	
后四家子—謝家船口	Ⅱ	1,000	〃	〃	〃	3.5	38	54	5.19	4	1	
疙瘩窩堡—于家窩堡	Ⅲ	1,000	自流	自流	自流或船閘	3.5	67	215	9.59	0	3	
〃	〃	1,000	〃	船閘	船閘	2.5	38	66	7.79	0	3	
〃	〃	1,000	船閘	〃	〃	3.5	38	53	3.72	4	3	
〃	〃	500	自流	自流	自流或船閘	3.8	25	105	6.92	0	3	
〃	〃	500	〃	船閘	船閘	2.2	28	211	7.12	0	3	
疙瘩窩堡—于家窩堡	Ⅲ	500	船閘	船閘	船閘	3.5	28	41	3.54	4	3	
韓文源—于家窩堡	Ⅳ	1,000	自流	自流	自流或船閘	4.0	59	215	9.87	0	3	
〃	Ⅳ	1,000	〃	船閘	船閘	2.5	38	66	7.88	0	3	
〃	Ⅳ	1,000	船閘	〃	〃	3.5	38	53	4.36	4	3	
〃	Ⅳ	500	自流	自流	自流或船閘	4.5	19	105	6.94	0	3	
〃	Ⅳ	500	〃	船閘	船閘	2.5	25	41	7.27	0	3	
〃	Ⅳ	500	船閘	〃	〃	3.5	28	41	3.92	4	3	
后四家子—于家窩堡	Ⅴ	1,000	〃	〃	〃	5.0	40	154	2.97	5	3	灌溉为100公方/秒
韓文源—于家窩堡	Ⅴ	1,000	〃	〃	〃	5.6	40	154	5.05	4	3	灌溉为100公方/秒
〃	Ⅴ	1,000	〃	〃	〃			430	7.12	4	3	灌溉为376公方/秒

附註：1. 流量資料是初步統計，这里沒有把漏失考慮在內。

2. 表內所述挖方体积、船閘及鉄路交叉地点的資料，仅包括松辽运河各河段，辽河北部和南部各河段不在內。

五. 开發松辽运河的价值

开發运河全部方案的投資，根据初步計算，最小約1.2亿元，最大6亿元（不計引水建筑物和运河护岸工程費）。如建造与运河同長（300公里）的鉄路，也需要投資1.2—1.5亿元。但是，水运的特点是运輸能力大及成本低。例如，木材經由水上运輸的每吨成本要比鉄路运輸低21%。大小兴安嶺及長白山一帶所蘊藏的木材，今后可以經由水运,直接浮送京津及長江、珠江流域的各省市。辽河流域农田200万公頃土地，由于缺水不能灌溉，如果能由松辽运河补給70亿公方水量，用为灌溉沿松辽运河附近的53.5万公頃土地，那么农田灌溉每年所获得的增产效益就有1.6亿元，可見为开發松辽运河的基本建設投資，不过五年到十年期限，就完全可以收回。

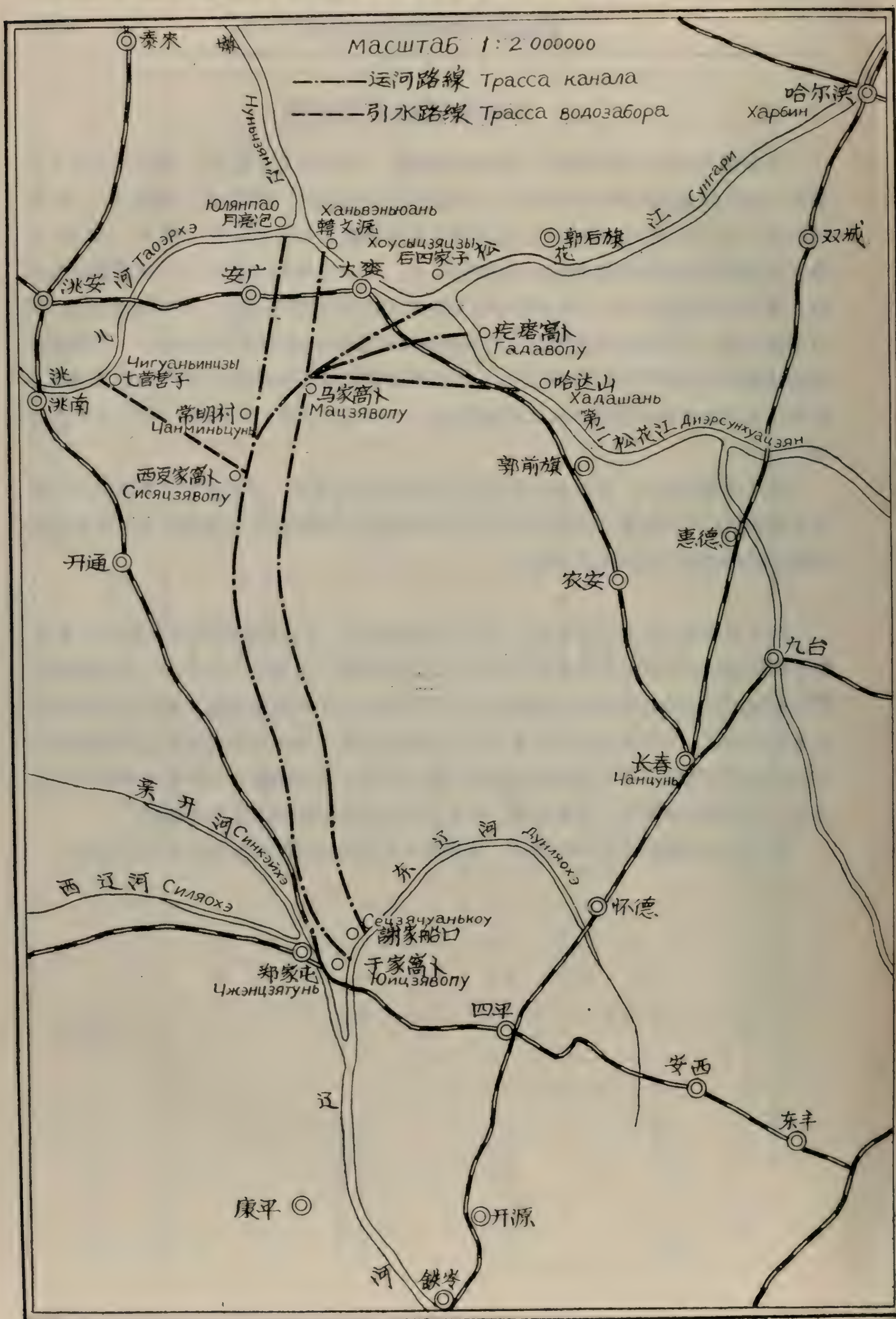
松辽运河开發后，可以分担鉄路南北运輸的貨流密度，並且將东北及苏联远东經济区与我国广大內陆地区經航运貫通，今后必將对中国全国及中苏兩国之間的文化經济等方面的交流作出很大的貢献。

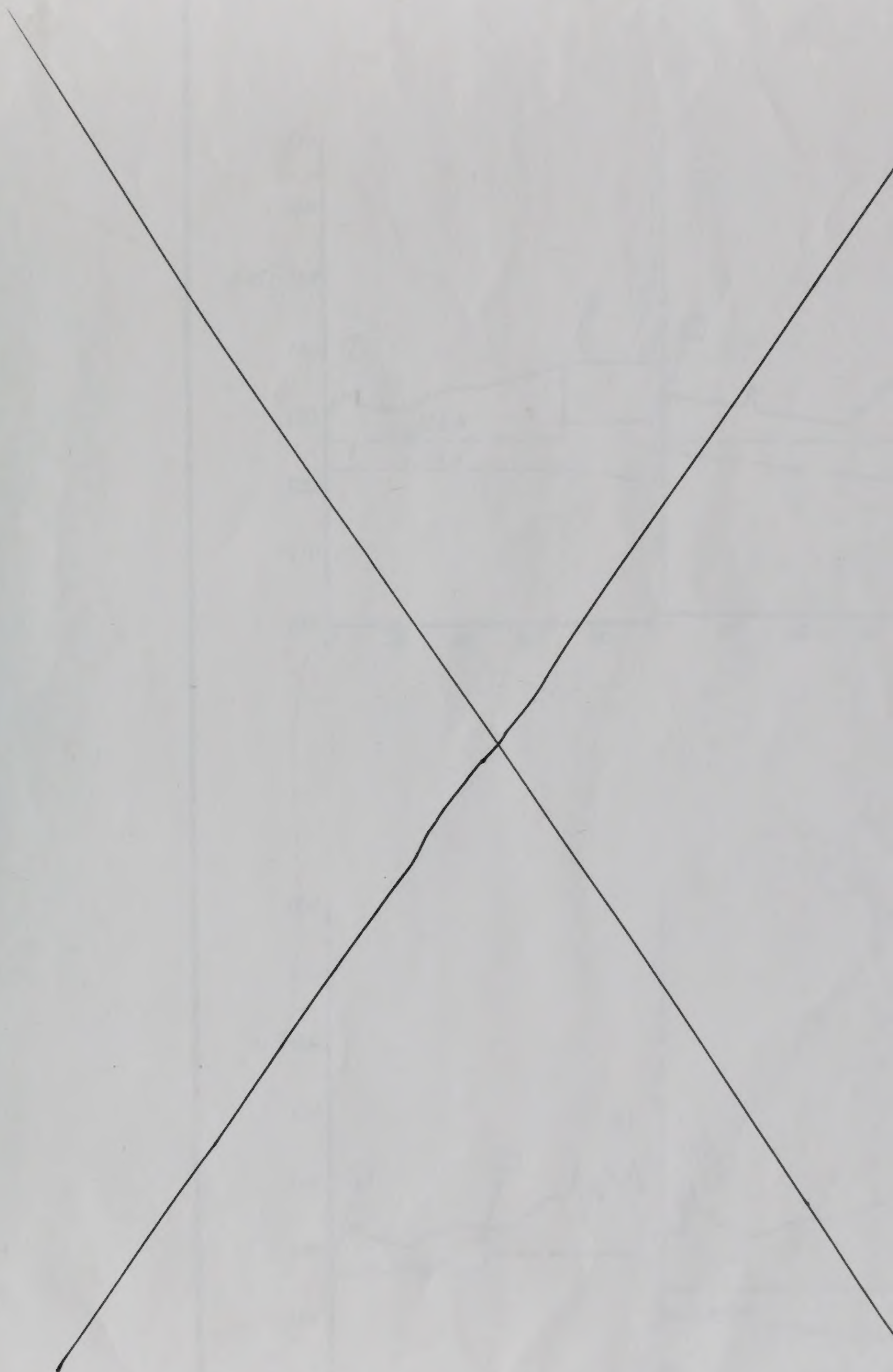
* * *

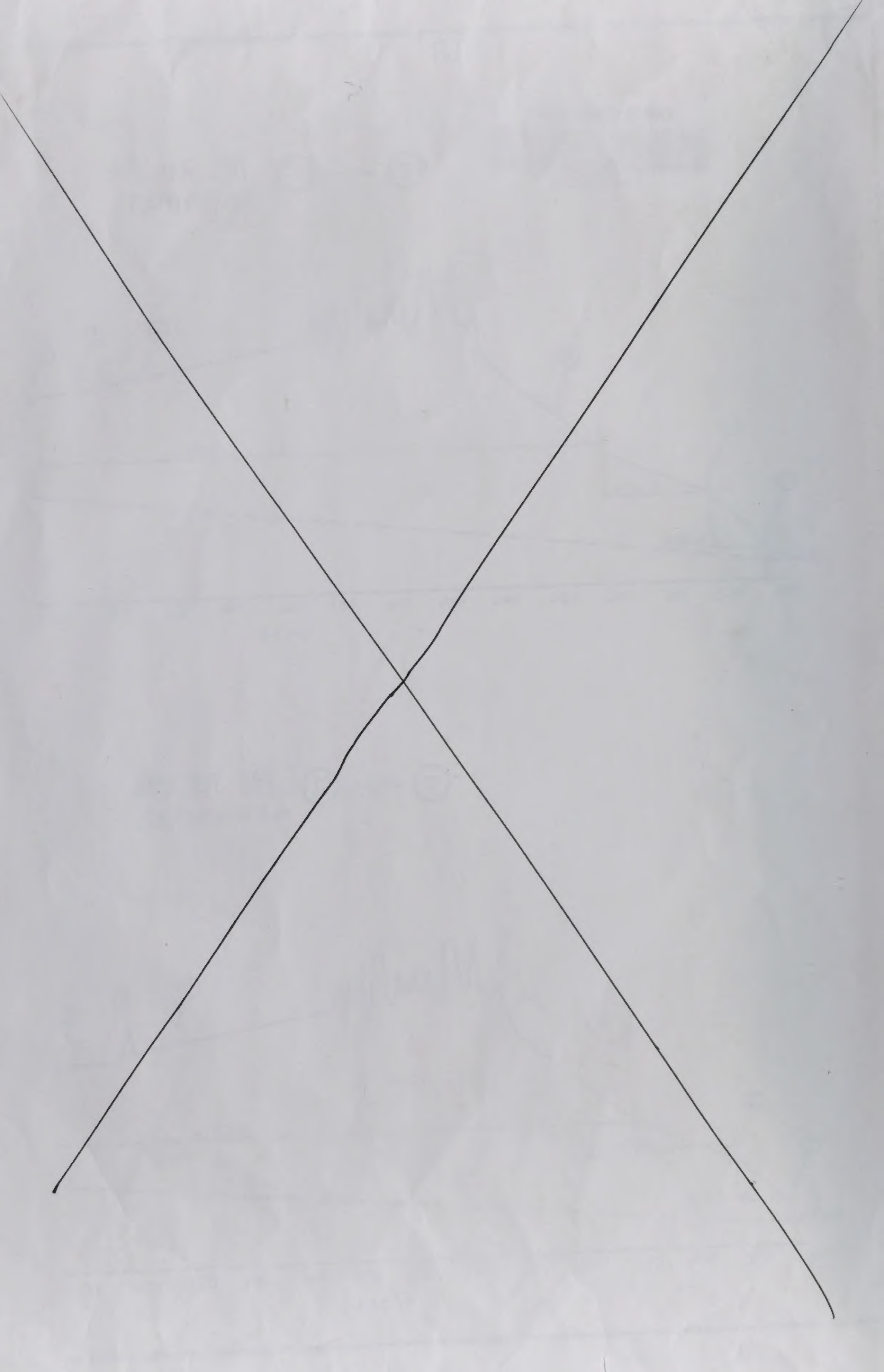
对于开發松辽运河的可能性，由于資料的限制，目前只能提出初步意見。为了說明开發运河的价值还有很多科学技术上的疑難問題，需要进一步研究，其中特別重要的是运河路綫的选擇問題还需要深入的研究水文和工程地質問題，經济选綫和运輸营运組織問題。为要保証运河水量並分析引水的可能，还应着手編制松花江流域水利資源綜合利用規划（其中包括嫩江及第二松花江），因此將来还必須进一步研究引水地点，引水建筑物类型，壅水高程，輸水量及船舶通过閘壩的方法等問題。

为了計算开發松辽运河的期限，还必須有更准确的能反映經济效果的經济資料。

Схема трасс канала Сунгари-Ляохэ и водозабора
松辽运河路线及引水路线示意图







定价：3.40